日本水産学会誌 第二十巻 第十号 昭和三十年二月二十五日発行 通巻（第二十巻第九号）
昭和二十四年四月二十日 第三種郵便物認可（毎月一回二十五日発行）

p. 863
946

日本水産学会誌

第二十巻 第十號

Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries

Vol. 20, No. 10, 1955

目次

昭和三十年
日本水産学会
The Japanese Society of Scientific Fisheries
TOKYO

CONTENTS

日本水産学会新着図書案内（通し番号 No. 19）

Amer. Mus. Novitates, nos. 1636, 1643, 1648.
Ann. Zool. Soc. Bot. Fenn. "Vanamo," vvi, nos. 5～8.
Archiv för Zool., vi, no. 6; vii, no. 1, 2.
Archives Néerland. Zool., x, no. 4.
Archivum Soc. Zool. Bot. Fenn. "Vanamo," viii, no. 2; ix, no. 1;
Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., ciii, art. 2.
Bull. Intern. Inst. Refrigeration, annexe 1954-3; xxxiv, no. 4.
Bull. Scripps Inst. Oceanogr., vi, no. 6.
Fish Bull., nos. 96, 97 (Calif. Dept. Fish & Game).
Fish Culture Report, no. 1, 2 (台湾水試)。
Fisheries Research Board of Canada, Ann. Rep. 1953.
〃 〃 〃, Progress Rep. Atl. Coast Stations, no. 59.
Fishery Investigations, ser. ii, Vol. xvi, no. 5, 6. 英国。
Fiskeridirektoratets Skrifter, vol. 11, no. 2.
Food Investigation, 1953.
Food Sci. Abstr., xxvi, no. 5, 6.
Il Giornale della Pesca, iv, 17, 18, 19, 21.
International N. Pacific Fisheries Comm. 北太平洋漁業国際委員会第一回会議報告。
J. Fish. Res. Board Canada, xi, nos. 5, 6.
J. Mar. Biol. Assoc., xxxiii, no. 3.
Kieler Meeresforschungen, Inst. Meeresk. Univ. Kiel, Bd. 10, Heft 1.

海洋生物の異常繁殖と環境に関するシンポジアム

（日本水産学会，日本海洋学会　共催）

日　時：昭和 30 年 4 月 6 日　13～18 時

会　場：東京水産大学　品川校舎

題目		講演者	時間
1) プランクトン関係	I）一般	元田　茂（北　大）	(20分)
	II）赤潮現象	辻田時美（西 水 研）	(20分)
	III）アミ等	小牧勇蔵（東　大）	(20分)
2) 貝類		滝　庸（科学博物館）	(20分)
3) 海藻類		新崎盛敏（東　大）	(20分)
4) エビカニ類		久保伊津男（東 水 大）	(20分)
5) 稚魚類		中井甚二郎（東 水 研）	(20分)
6) 水質関係		松平近義（東 北 大）	(20分)
7) 海況関係	I）一般	宇田道隆（東 水 大）	(20分)
	II）沿岸	市栄　誉（神戸海気）	(20分)
	III）近海	吉田耕造（東　大）	(20分)

以上各項目講演後質疑応答及び討論を各 10 分以内行います。

プランクトン・シンポジアム

日　時：昭和 20 年 4 月 6 日 9 時より

場　所：東京水産大学　品川校舎

題　目：**採集されたプランクトンの定量方法**

1 中井甚二郎　マクロプランクトンの排水量と湿重量の精度の比較について

2 丸茂　隆三　採水採集によるミクロプランクトンの定量

3 松平　近義　有機体窒素・炭素・燐酸の測定によるプランクトンの化学的定量について

4 元田　茂　予　定

5 辻田　時美　予　定

昭和 30 年度日本水産学会年会及び總会についてお知らせ

期　日　昭和 30 年 4 月 3, 4, 5 日

会　場　東京水産大学〔東京都港区芝海岸通 6 丁目（品川駅下車，徒歩にて 15 分）〕

行事日程　研究発表（3－5 日）；日本水産学会賞詮衡委員会*（3 日，12—13 時）；評議員会*（3 日，16.5—18 時）；総会（4 日，16—17 時）；懇親会（4 日，17—19 時，会費 250 円）；記念撮影（4 日，12 時）．（* 中食準備あり）．

ソ聯学術報告書の入手についてのお知らせ

日本学術会議よりソビエットに代表派遣の節を利用してソビエット出版の学術報告書その他の印刷物を会員各位が御希望なれば著者名，書名，発行年月日等を小生宛に三月末頃までに御知らせ願います

日本学術会議会員　岡田彌一郎

2 月 26 日

メバチの研究—II.
竿釣りメバチの魚体組成についての一考察△

本間 操・上村忠夫
（南海区水産研究所）

Biology of the Big-Eyed Tuna, *Parathunnus mebachi* (KISHINOUYE)-II. A Consideration on the Size Composition of the Big-Eyed Tuna Caught by Pole and Line

Misao HONMA and Tadao KAMIMURA

The present paper deals with analysis of length frequency of the young big-eyed tuna caught by pole and line. Especially a relationship between the fishing localities and the discrepancy in the mean length which was evident in the same modal group has been discussed.

1. Data used for the study are the measurement of body length obtained from numbers of samples and the pertaining information furnished by fishing boats at two ports during the period from June to July 1953.

2. In the length frequency two dominant modes, A and B, were recognized not only throughout the samples (Fig. 2) but also in the mean value of each school from 1 to 17 examined nearly in the same period. These findings have led the writers to an assumption that modal group A may from an independent unit different from group B in regard with length frequency.

3. As no uniformity in the length frequency has been found among the samples belonging to the same group (Table 1), correlation between the mean length of the groups and fishing locality has been examined, substituting the size composition sorted by fishing cruise for that by school of fish, because few data on the latter were available for this purpose.

As a result it was found that the mean length of the fish in both groups A and B was small in the western area of the fishing grounds and tends to become greater as one goes east (Table 2, Fig. 3).

4. The fact that the survey period fell on the months of June to July when the fish would be migrating northward (Fig. 3) seems to suggest that the easterly increase in the mean length may be attributable to different tendencies of the migrating behavior between the fish in the eastern area and those in the west. In other words, the fish of both groups A and B in the eastern area are supposed generally larger in size than those of the corresponding groups in the west, while all migrating nothward.

竿釣り漁業において，カツオ，ビンナガ，キメジ等に混つてメバチの若年魚*1が漁獲されることについては既に知られているが，これについての詳しい報告は未だなされていない。一般に竿釣りの対象魚にあつては群を形成する性質が強く，この性質はメバチの若年魚についても明らかに認められる。成群性の強い魚種について，ポピュレーションの構造に関連した問題を取り扱う場合には，それの構成単位である群のウェイトが極めて重要な意義をもつてくるものと考えられる。本研究はかゝる観点から群別の体長組成について考察を行い，その結果認められた群相互間の不均一性に着目して，それと群の来游系統とを関連させて若干の考察を行つたものである。

資料は主として 1953 年6～7 月焼津魚市場に於て蒐集した魚体測定資料*2及び漁況資料を使用した。別

1955 年1月 18 日受理 △ 南海区水産研究所業績 64 号 昭和 29 年 11 月，中国四国支部大会にて要旨講演（印刷費負担）

*1 一般にはバチメジ又はダルマと呼称されている。

*2 体長は吻端から尾叉底迄の最短距離を測定した所謂尾叉長 (fork length) に相当する。

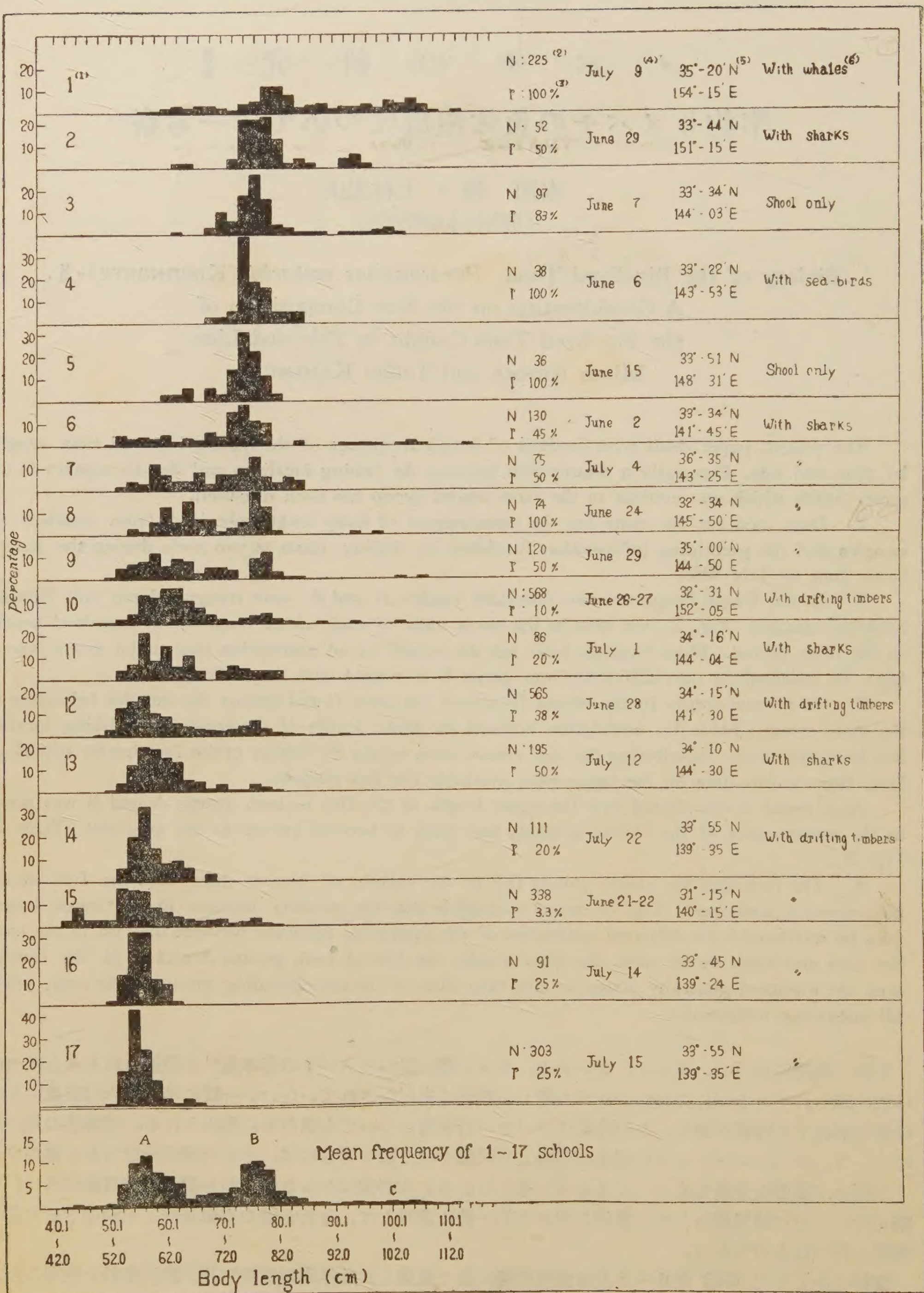


Fig. 1. Length frequency by school.

(1): Sample number (2): Size of sample (3): Sampling fraction (4) Date of catch
(5): Locality of catch (6): Kinds of associates sighted with the fish

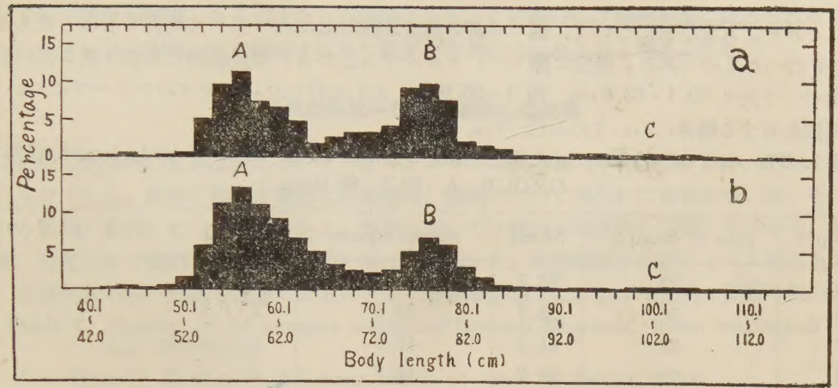


Fig. 2. Comparison of length frequency.

Upper (a): Mean frequency of the schools 1～17 shown in Fig. 1

Lower (b): Frequency of the total individuals measured during the same period as the samples of the schools 1～17

に枕崎魚市場にて蒐集した資料も含まれているが，これは東北海区水産研究所海洋資源部より提供を受けたものである。

研究に際して，種々御忠言を賜つた研究所長中村広司及び遠洋資源部長矢部博の両氏に対し，及び資料蒐集について終始御協力をいたゞき且つ貴重なる資料を提供していたゞいた東北海区水産研究所海洋資源部の御厚意に対して，茲に厚く謝意を表する。

群別の体長組成

第1図に於て 1～17 に示した組成は，漁況報告に基づいて明らかに単一の群から漁獲されたものであると推定されるものゝ中，測定尾数が 30 尾以上に達する例のみを選び出して，平均値の大きさの順位に配列したものであり，最下段に示した組成は，1～17 の組成の平均の組成を示したものである。第2図は第1図に示した群の平均の組成（a）と，略同一期間内に測定された全測定尾数に基づく組成（b）とを比較したものである。

第2図に於て明らかな如く，a 及び b によつて示めされる体長組成はモードの位置について極めて良く一致し，両者を通じて2つのモード即ちモードA及びBの存在が明らかに認められる。別に a によつて示めされる平均の組成において，100.1～102.0 cm を中心とする所に徴小なモードCが現われているが，b によつて示めされる全測定尾数に基づく組成においては不明瞭になつている。モードCの構成群については，資料が極めて少いので今後の考察の対象から除外する。又説明の便宜上，今後モードA及びBの構成群を夫々グループA及びBと呼称することにする。

グループA及びBについては，第1図に示めされた個々の群についてもその存在を指摘することが可能である。即ち単一の組成を有する群として，4，14，17 等の群が数えられるが，此等の群は何れもA若しくはBの何れかのグループによつて構成されている。又その他の群[*3]においてもA若しくはBに相当する所に夫々モードが認められ，少くともモードA及びBの存在を積極的に否定するような現象は見うけられない。以上に指摘した如く，グループA及びBは個々の群にあつても別個の単位[*4]を形成していることが理解され，両者は夫々発生過程を異にする体長群であると推定される。

ここで注意を要する点は，グループA及びB共に夫々モードのあらわれる位置が群によつて少しずつ異つている点である。此の様な喰違いはグループBよりもAにおいてより著しくあらわれている様に思われる。

*3 混成群と付物との関係（第1図の説明欄参照）を見ると，何れも鯨付，鮫付，木付群等となつて居り，此の様な点から考慮すると，混成群の形成に際しては，付物の媒介作用が可成り重要な役割を果しているのではないかと考えられる。

*4 両者が異つた年令群であるか否かの検討は続報に於て述べる。

第1表はグループA及びBについて，個々の群の組成が統計的にみて果して均質であると云えるか否かについて検定を行つたものである。検定に際して，グループA及びBの体長範囲の決定は第2図の全測定尾数の組成に基づいて夫々 50.1～68.0 cm，70.1～86.0 cm として行つた。又夫々のグループについて 20 尾以上の測定尾数を有する場合についてのみ行つた。

Table 1. The tests of variance and difference between mean value of body length (5% level).

GROUP A (50.1～68.0 cm.)

Sample No.*	Size of Sample	Mean	Mean Square	No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	23	63.7	8.6	1										
6	36	58.7	23.6	2	×									
7	32	61.1	17.0	3	×	◎								
9	70	59.7	16.7	4	×	◎	◎							
11	65	59.6	16.5	5	×	◎	◎	◎						
13	177	59.3	13.3	6	⊠	×	⊠	◎	◎					
14	107	58.0	10.1	7	⊠	×	×	×	×	×				
15	245	56.9	15.5	8	×	×	⊠	⊠	⊠	⊠	×			
16	90	56.4	5.8	9	⊠	×	×	×	×	×	×	×		
17	303	56.2	7.6	10	⊠	×	×	×	×	×	×	×	×	

GROUP B (70.1～86.0 cm.)

Sample No.*	Size of Sample	Mean	Mean Square	No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	100	79.5	10.6	1										
2	43	77.7	8.5	2	⊠									
3	82	76.4	9.7	3	⊠	⊠								
4	37	76.8	10.4	4	⊠	◎	◎							
5	30	75.8	5.1	5	×	⊠	×	×						
6	77	75.7	7.2	6	×	⊠	◎	⊠	◎					
7	41	77.0	16.8	7	×	×	×	◎	×	×				
9	42	77.0	12.2	8	⊠	◎	◎	◎	×	×	◎			
11	21	75.7	10.8	9	⊠	⊠	◎	◎	×	◎	◎	◎		
15	30	74.7	8.6	10	⊠	⊠	⊠	⊠	◎	◎	×	⊠	◎	

× : Significant in variance

⊠ : not significant in variance, but significant in difference between mean

◎ : not significant both in variance and in difference between mean

* : The sample numbers correspond to those of the schools of Fig. 1 respectively.

表によつて明らかな如く，分散に於て既に有意な差を示す例が45組合中で，Aは 28例，Bでは 13 例，分散では有意な差を示めさないが平均値の差で有意な差を示す例が，Aでは 17 例中9例，Bでは 32 例中 15 例，分散，平均値の差共に有意な差を示さない例が，Aにおいては8例，Bでは17例となつている。此の様な事実は，個々の群におけるグループA及びBの体長組成が，群全体に通ずる問題としてみた場合には明らかに同一母集団からの確率標本と見做し得ないことを示している。

川崎*5は東北海区に来游するカツオのポピュレーションについて，年令別にみた個々の群の魚体組成が単位ポピュレーションからの確率標本と見做し得ないことを報告している。これはメバチについて得られた上述の結果と一致するものである。

群相互の間で認められる不均一性については，色々の要因，例えば生物学的な諸特性や環境要因による影響及びサンプリングの誤差に基づく場合等が考えられるが，ポピュレーション*6の内部における不均一性が

*5 文献欄（3）を参照

*6 此の場合のポピュレーションはグループ別に見た漁場えの来游群を指す。

その一要因である場合も考慮しなくてはならぬ問題である。この場合には群相互間に認められる不均一性が，ポピュレーションの不均一性を推定する為の重要な手がかりを与えると考えられる。

組成の不均一性と海域性との関係

第2表は船別の水揚物の魚体組成について，夫々グループA及びBの平均体長を求め，それと経度との関係を示したものである。船別の組成を使用した理由は，群別について得られた資料が少い為，それに最も近いと思われる船別の資料によったものである。此処においては組成の海域性を問題にするので，資料としては経度4度，緯度2度の範囲内で操業した船に限って使用した。操業範囲が経度にして2度以上に亘る船については，漁獲尾数の多い海域で操業したものとして海域を分類した。尚平均体長は資料の数の多少によっ

Table 2. Number of the samples correlated between longitude, mean length, and date of fishing.

Upper : Longitude and mean length of catch by fishing cruise
Lower : Longitude and date of fishing

GROUP A

	Longitude(E)	134~136	136~138	138~140	140~142	142~144	144~146	146~148	148~150	150~152	152~154	154~156	156~158	158~160
Mean Length (cm.)	53.1~54.0													
	54.1~55.0	1												
	55.1~56.0	1		1										
	56.1~57.0			2	1									
	57.1~58.0			2	1	4	1							
	58.1~59.0				1	6	3	1						
	59.1~60.0			1	1	2	4	4	1	1	1			
	60.1~61.0					2		3	1		1			
	61.1~62.0					1								
	62.1~63.0						1							1
	63.1~64.0											1		
	64.1~65.0													
Date of fishing	June, First decade			2	1									
	Second 〃			1										
	Last 〃				2	2	4		1	1	1			
	July, First 〃				1	6	1	8	1		1	1		1
	Second 〃			2		7	2							
	Last 〃	2		1			2							

GROUP B

	Longitude(E)	134~136	136~138	138~140	140~142	142~144	144~146	146~148	148~150	150~152	152~154	154~156	156~158	158~160
Mean Length (cm.)	73.1~74.0													
	74.1~75.0			1	1	1								
	75.1~76.0				2	1	1		1					
	76.1~77.0				2	6	4	1	1					
	77.1~78.0					4		5	3	1	1			1
	78.1~79.0						1							
	79.1~80.0					1						1		
Date of fishing	June, First decade				2	4	1							
	Second 〃			1					4					
	Last 〃				2	1	4		1	2	1			
	July, First 〃				1	5	1	6	1			1		2
	Second 〃					3								
	Last 〃													

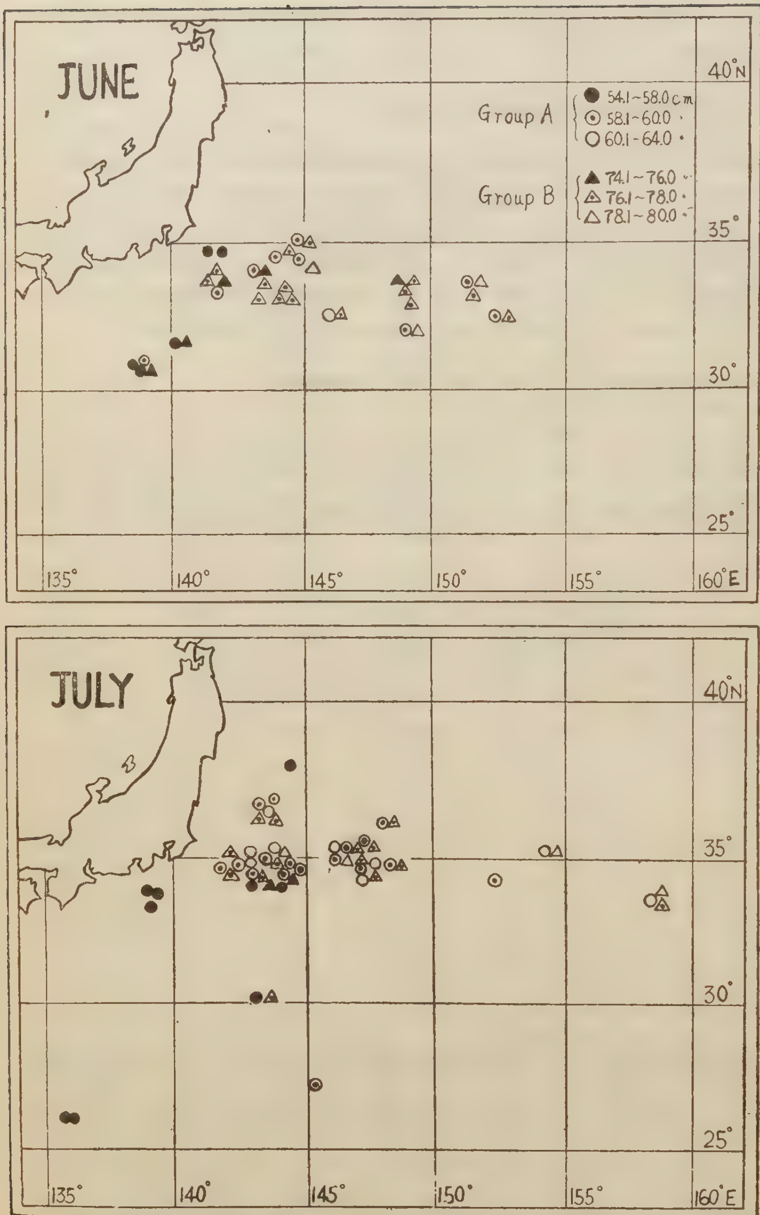


Fig. 3: Distribution of mean length by group and cruise.

ても著しく変動するので，夫々のグループについて，20個体以上の測定資料を有するものについてのみ行つた。

云うまでもなく船別の組成は幾つかの群の組成の平均化された値を示すものと考えられるが，傾向的にはその海域における個々の群の特殊性を反映しているものと推定される。表によつて示される如く，グループA及びB共に西寄りの海域で平均体長が小さく，東方に移行するに従つて大きくなる傾向が明らかに窺われる。*7 又下段の経度別，旬別の頻度分布表を対照することにより，前述の西低東高の傾斜が漁獲時期のズレに基づく成長の差によるものでないことは明らかである。*8

第3図は平均体長の分布範囲を図の説明に記した如く，3ツの階級に対応する符号を付して，漁獲位置をプロットしたものである。図を参照することにより，第2表に示された西低東高の傾斜は，緯度別にみてもその傾向を認めることができる。

第4図は枕崎魚市場に於て測定したメバチの体長組成を示したものである。

個々の船についての資料が極めて少いので，幾つかの船から得られたものを一括して示した。漁獲位置についてみると，6～7月共に 130° E 以西の海域となつて居り，同時期に焼津魚市場で測定されたものと比較すると，明らかに西寄りの海域で漁獲されていることが判る（第3図参照）。又組成についてみるに，6～7月を通じてみられるモードはいずれもグループAに対応するものであり，これと第2図に示されるグループBの組成と比較対照せしめると，前者の位置が著しく左側に偏在していることが判る。

*7　グループAについては，$r=0.73$，グループBについては，$r=0.56$ が得られ，これらの値が $r=0$ の母集団から得られる確率は何れも $P<0.005$ である。

*8　グループAについては，$r=-0.11$，グループBについては，$r=-0.13$ が得られ，これらの値が $r=0$ の母集団から得られる確率は何れも $0.50>P>0.25$ である。

傾斜と来游系統についての考察

前節に於て考察した如く，ポピュレーションの不均一性が海域と密接に関連している点から考えて，そのような現象の機構として一般的に想起されるのは魚群の来游系統と関連づける考え方であろう。第3図にみられる如く，6～7月にかけて魚群は明らかに北上を示している。恐らく此等の魚群は春季から夏季にかけて北上を継続するものと考えられ，6～7月は北上しつゝある段階にあるものと推定される。北上に伴つて，西寄りの海域を北上する魚群は本土の影響を受けて漸次東方への偏向を余儀なくされるものと考えられ，結果として東寄りの海域を北上する魚群との接触が高められ，両者の混合は著しく促進されるに至るものと考えられる。6～7月に於けるポピュレーションの内部的な構造は，正にこの様な段階に対応するものと推定される。従つて同一のグループ相互の間で西寄りの海域で小型のものゝ割合が多く，東行するに従つて大型のものゝ割合が増大する現象に対しては，西寄りの海域を北上する群と，東寄りの海域を北上する群との来游系統の差に由来するものと考えられ，両者の混合が促進されつゝある段階にあるも，今尚充分なる混合が行われていない状態を反映しているものと推定される。

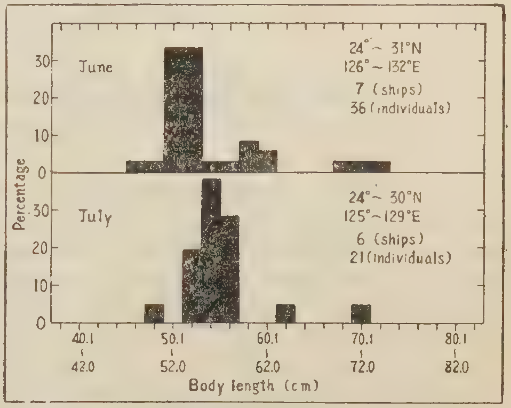


Fig. 4. Length frequency of the samples measured at the Makurazaki Fish Market.

著者らは第1報に於て北部太平洋海域で延縄によつて漁獲されるメバチの体長組成の年変動について研究し，その中で海域別の体長組成を比較した結果，延縄の漁獲物についても同様なる現象が認められる点を指摘した。両者に共通して認められる現象が，全く同様なる機構に基づいて発生しているか否かについては断定できないが，密接なる関係が存在するであろうと云うことは推測されるところである。傾斜と来游系統との関係について考察した前述の推定が正しいものとすれば，この様な現象は，北部太平洋海域におけるメバチの来游系統及び混合過程を示す一例として，極めて注目に価する現象と云うべきであろう。

文　　献

1) 相川広秋：日水会誌，**6**—(1)，13—21 (1937).
2) 上村忠夫，本間　操：南海水研業績集，**1**—(4 6) (1953).
3) 川崎　健：東北水研研報，**1**，1—14 (1952).
4) 木村喜之助："カツオ漁況" 水産製造工学講座，**4**，厚生閣，東京，pp. 1—36 (1941).
5) M. B. Schaefer and J. C. Marr : U. S. Fish and Wildlife Service, Fish. Bull., **51**—(44), pp. 133—149 (1951).
6) 大島泰雄：日水会誌，**16**—(5)，195—200 (1950).
7) 宇田道隆，筑紫次郎：日水会誌，**3**—(4)，196—202 (1954).
8) 矢部　博，森　徳見：日水会誌，**16**—(2)，35—39 (1950).

クルマエビの群成長度

久 保 伊 津 男
（東京水産大学）

On Mass-Growth of the Prawn, *Penaeus japonicus* BATE

Itsuo KUBO

As to growth of *Penaeus japonicus* BATE, some contributions have been done by SENŌ (1910), KAJIYAMA (1933, '35), HIGURASHI (1937), and HUDINAGA (1942). Of them, the first and the third are dealing with the growth of the prawns cultured in a pond. The second deals with that of the animal of the Inland Sea of Japan. The last one is a work made on the growth of zoea- and mysis-stages of the creature by rearing with *Skeletonema costatum*. The growth rates known by SENŌ, HIGURASHI, and HUDINAGA are given in the Table 1. KAJIYAMA's conclusion is as follows: the larvae hatched out in late spring and early summer become about 3—6 cm. in body-length without rostrum in early autumn. Those born in summer attain to length of 12.1 and 13.6 cm. in male and female respectively in late June of the next year, and they go to spawning. It appears to be that the most of them measuring 15.1—18.2 cm. in body-length in late fall close their life.

In the present investigation, to trace the growth of the prawn, an analysis of size-frequency distribution is made basing on a material monthly taken by a prawn-net from waters, ca. 7—15 m. deep, off Hatazawa, Chiba Pref. (Tokyo Bay). The results yield by the present study seems to be well in agreement in all respects with that derived from the scrutiny carried out by KAJIYAMA. It may be added herewith that the size of adult differs apparently by sex: female is decidedly larger than male as seen in the Fig. 1, B.

クルマエビの成長度については，筆者の知識の範囲では妹尾（1910），梶山（1933，'35），日暮（1937），藤永（1942）などの研究があるのみである。妹尾は蓄養池で蛹その他を餌料として飼育した結果について，梶山は瀬戸内海のものについて，日暮は蓄養のものについて，藤永は Zoea，Mysis 期のものを *Skeletonema costatum* で飼育した結果について記述している。妹尾，日暮，藤永のものは表1に示すとおりである。梶山（1933）は発生時期と干潟に出現する稚蝦群との関係について述べ，その成長度はほぼ1年で体長 10 cm，1.5 年で 15 cm，約2年で 19 cm であると記している。

Table 1. Growth of *Penaeus japonicus* known by SENŌ, HIGURASHI, and HUDINAGA. BL: body-length; BW: body-weight. *, number of days elapsed after liberation to pond. **, number of days after hatching.

SENO					HIGURASHI		HUDINAGA	
Month	Day	*	BL (cm.)	BW (g.)	Month	BL (cm.)	**	BL (mm.)
4	2	0	4.2	0.75	8	0.8	1.50—1.54	1.20—1.32
4	19	18	5.6	1.31	9	5	2.75—3.21	1.85—2.13
5	19	48	7.9	3.37	3	14	2.33—4.87	2.33—2.59
6	19	79	10.3	7.50	4	15	9 —10	3.79—4.52
7	19	109	11.8	10.87	6	16		
8	19	140	13.3	16.87	7	18		

筆者は 1938 年に千葉県君津郡波岡村畑沢地先（東京湾），水深 7–15 m の海区において 5～10 月の間に毎月下旬に1回業者のエビ網で連続採集（6，7月欠）したクルマエビの体長分布を調べてその群成度長につ

1954 年 9 月 3 日受理

いて検討した。ここにいう体長は眼窩後縁から尾節末端までの長さである。材料蒐集には同地漁業組合の市川舜蔵氏に負うところ大である。なお，研究費1部は文部省科学研究費の援助をうけた。ここに記して厚く謝意を表する。

（1） 畑沢地先産クルマエビの群成長度

晩春から中秋にかけての群成長は図1にみるとおりである。5月群の体長範囲は 5—12 cm で，並数は 6—8 cm である。雌が多少大きい傾向がみられる。この群は著しい成長をとげ8月になると雄では体長 10—16 cm, 並数 13—14 cm, 雌では 12—18 cm, 並数 15—16 cm で雌の体長がはるかに大である。9月には再び小形群が現れている。体長範囲は雄では 4—13 cm, 雌では 4—10 cm で，並数は雄，雌ともに 6—7 cm である。10 月の材料では体長範囲はさらに拡大され 4—14 cm で少くとも大，小2群がみられる。並数はそれぞれ 5—6 cm, 8—9 cm である。この体長分布の状態からみると同一産卵期中にも時間的に産卵にいくつかの山があるようである。

（2） 論　　　議

梶山（1935）はクルマエビの成長について晩春干潟に出現する稚蝦は前年の夏孵化したものが大部分で，これ

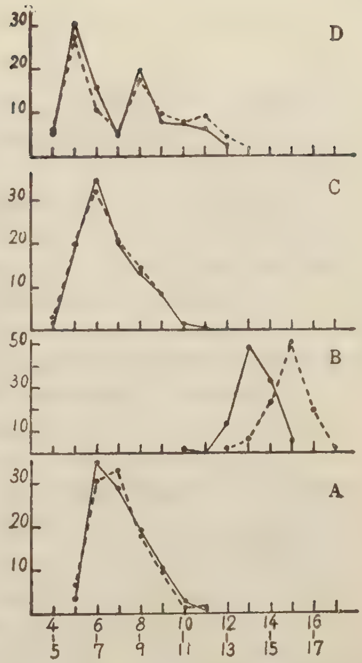


Fig. 1. Monthly frequency distribution of body-length of *Penaeus japonicus* collected on May 27(A), August 22(B), September 21 (C), and October 25 (D). Abscissa, body-length in cm.; ordinate, frequency in % . Entire lines, male ; broken lines, female.

Table 2. Body-length frequencies of *Penaeus japonicus* taken from offing of Hatazawa. BL, body-length in cm. A-D, date on which the material is collected : A, May 27 ; B, August 22 ; C, September 21 : D, October 25.

	BL / Sex etc.	4–5	5–6	6–7	7–8	8–9	9–10	10–11	11–12	12–13	13–14	14–15	15–16	16–17	17–18	Total
A	♂		10	93	77	51	28	7	2							268
	%		3.7	34.7	28.7	19.0	10.4	2.6	0.7							100
	♀		17	75	82	44	23	3	4							248
	%		6.8	30.2	33.0	17.7	9.3	1.2	1.6							100
B	♂							1		9	34	23	3			70
	%							1.4		12.8	48.5	32.8	4.3			100
	♀									1	4	16	35	13	1	70
	%									1.4	5.7	22.8	50.0	18.6	1.4	100
C	♂	7	68	117	71	45	28	5	1							342
	%	2.0	19.9	34.2	20.7	13.1	8.2	1.5	0.3							100
	♀	12	77	126	79	57	32	6	1	1						391
	%	3.1	19.7	32.2	20.2	14.6	8.2	1.5	0.2	0.2						100
D	♂	9	50	26	8	32	13	12	10	4						164
	%	5.5	30.5	15.8	4.9	19.5	7.9	7.3	6.1	2.4						100
	♀	10	46	18	9	30	16	13	15	7	3					167
	%	6.0	27.5	10.7	5.4	17.9	9.6	7.8	9.0	4.2	1.8					100

らは 6 月下旬以降雄では 4 寸 (12.1 cm)，雌では 4.5 寸 (13.6cm) 以上に成長して産卵し，晩秋に体長 5—6 寸 (15.1—18.2 cm) に達し，大多数のものはこれで寿命を終るようであり，晩春から初夏（産卵初期）に孵化したものはその年の初秋には 1—2 寸 (3—6 cm) になるようであると記述している（図 2 参照)。前記畑沢産クルマエビの群成長度は梶山の述べるところときわめてよく一致しているようである。5 月群はあきらかに前年夏の発生群と考えられ，これは 6 月，7 月と月を追うて成長し，8 月には雄の多くは 13—14 cm，雌の多くは 15—16 cm になるから梶山の提唱と同規である。梶山によるとこの群は晩秋 (11 月) に 5—6 寸 (1.51—18.2 cm) になつて大多数は死滅するというのであるが，畑沢の材料ではこの群が現れていない。これは畑沢の漁船が小形であるので秋季には比較的深所に移行している大形群を漁獲する能力をもたないためである。また本研究結果は妹尾 (1910) が蓄養池で飼育したクルマエビについて調べた結果ともよく一致している。なお宇都宮外 3 氏 (1954) によると小郡湾（山口県瀬戸内海側）のクルマエビの成長は次記のとおりである，即ち 5 月には全長 6 -11 cm で，8 月上旬には並数 14.5 cm になり以後この群は現れない；また 8 月には新しい小形群が現れ，これが 10 月末には並数 13.5 cm に成長する。これを東京湾畑沢のものと比較すると 5 月，8 月のものは両者よく一致しているが，10 月のものは東京湾のものがやや小さい。

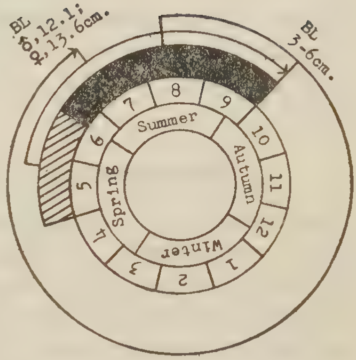


Fig. 2. Schematic showing of difference of growth of *Penaeus japonicus* born in different season. Shaded and black areas indicate spawning season. BL, body-length. 1—12, months.

クルマエビには 2 年以上生存するものも梶山がいうように相当量あるように思われるが，このことに関する具体的な研究は従来まつたく行はれていない。これは今後ぜひ究明を要する課題の一つである。

文　献

日暮　忠．昭．12 (1437)．実験活用水産宝典．養賢堂（東京）．

HUDINAGA, M. 1942. Reproduction, development and rearing of *Penaeus japonicus* BATE. Jap. Jour. Zool., 10 (2), 305—393.

梶山英二．昭．8 (1933)．車蝦の産卵並に発生調査．広島県水試報．No. 12, 134.

———．昭．10 (1935)．車蝦の成長に就て．広島県水産会報，No. 13, 20—24.

———．昭．10 (1935)．車蝦の産卵及び成長．水産界，No. 634, 18.

妹尾秀実．明．43 (1910)．クルマエビの成長度．動物学雑誌，22 (256), 91—92.

宇都宮正，八柳健郎，富山昭，前川兼佑．昭．29 (1954)．内湾汽水区域における出現魚種とその食性について．山口県内海水試調研業．, 6(1), 11—24.

各種肥料がミジンコの繁殖に及ぼす影響に就ての実験—I.

藤 田 惣 吉
（静岡大学教育学部）

Experiments on the Effects of Various Kinds and Combinations of Fertilizers on the Reproduction of *Cyclops hyalinus*——I.

Soukiti HUZITA

In this report is studied the effects of the various kinds and combinations of fertilizers on the reproduction of *Cyclops hyalinus*.

1) In experiments I and II, ammonium sulphate, urea, nitrolime (each at the concentration of N-10 ppm) or calcium superphosphate (P_2O_5-1.6 ppm) is added to 0.5 g. of dried soy refuse in 1 L. of water. The obtained result has a tendency to check in the reproduction of *Cyclops* by influence of the poison action of chemical fertilizers and grown *Spirogyra* (Table 1,2).

2) In expeiment III (Table 3,4) are observed the two pots, one being exposed to the sun light and the other shaded from it. There is difference in the colour and the pH of water, and the reproduction of *Cyclops* in the two pots. But the best reproduction is observed in the pots to which chemical fertilizers are added in concentration of N-22 ppm plus P_2O_5-25 ppm. This ratio of N/P_2O_5 is in agreement with the chemical composition of plankton.

緒　　言

ミジンコは，コイ・キンギョ等の稚魚養成に欠くことのできないものであり，その繁殖方法としては従来主に有機質肥料を池底に施し，その分解生成された栄養塩類がミジンコの餌料となる簡単な生物を発生させ，それに依つて繁殖を計ることが習慣的に行なわれている。この施肥に用いられる肥料の種類，量及び水質，底質との関係に就ては未だ充分な研究報告はなく，著者は唯 山田[1]（1950）の稲田に於けるミジンコの発生と有機質及び無機窒素肥料との関係に就ての報告を知るのみである。著者は 1954 年 4 月からミジンコの繁殖に及ぼす施肥の効果の実験を行なつているが，此処では第1報として醤油粕及び魚粉の施肥適量と化学肥料の配合に就て知り得た事を報告する。

実　　験

I. 醤油粕と化学肥料の配合がミジンコの繁殖に及ぼす影響

基本肥料としてミジンコの繁殖によく用いられる醤油粕（N…4.3 %，P_2O_5…0.4 %）を選び，化学肥料には硫安（N…21 %），尿素（N…46 %），石灰窒素（N…21 %），過燐酸石灰（P_2O_5…16.5 %）を用いた。実験の方法としては容量 1L のビーカーに，湿田の風乾した泥土を厚さ約 1 cm（100 g）に入れ，こゝへ第1表に示す割合で施肥し泥土が湿める程度に水を加えて 2 日間放置し，その後井戸水（pH 6.7）を 1L入れ *Cyclops hyalinus* の少量を加えて繁殖状況を観察した。

施肥量に就ては山田[1]（1950）が最も好成績を収めた有機態窒素物 0.5 g/L に対し無機態窒素 0.05 g/L の割合を採用した。

その結果は化学肥料を加えたものより醤油粕のみのものが好成績を収めたが，これは容器を窓ぎわに置いた為め，日射量が多く化学肥料の薬害が影響したものと考えられる。即ち硫酸根を持つ硫安，過燐酸石灰に於ては水温の上昇により還元作用の結果亜硫酸を生じ，又尿素は分解が促進され CO_2 が増加し，尚石灰窒素は Cyanamide の毒性がある為ではなかろうか。これらがミジンコの餌料生物に又直接ミジンコに悪影響

1954 年 8 月 30 日受理

を与えたものと思う。殊に石灰窒素の薬害は大きい様に観察された。

Table 1. The reproduction of *Cyclops hyalinus* influenced by various fertilizers added to dried soy refuse.

No. of pots	Combination of fertilizers added to 100 g. of dried mud in 1 L. of water.	Reproduction of *Cyclops* After 7 days	13 days	17 days	Colour of water	pH After 17 days
I	Soy refuse 0.5 g./L.+Ammonium sulphate 0.05 g./L.	Worse	Worse	Worse	Brown	7.6
II	Soy refuse 0.5 g./L.+Urea 0.025 g./L.	Worse	Worse	Worse	Brown	7.9
III	Soy refuse 0.5 g./L.+Nitrolime 0.05 g./L.	Worse	Worse	Worse	Light brown	8.2
IV	Soy refuse 0.5 g./L.+Calcium superphosphate 0.01 g./L.	Good	Good	Good	Brown	8.4<
V	Soy refuse 0.8 g./L.	Good	Better	Good	Dark brown	7.4

Water temperature ranged from 18.7°C. to 32.0°C., and average temperature at 2 p.m. was 24.3°C.

II. 化学肥料がミジンコの繁殖に及ぼす影響

化学肥料を第2表の割合に施肥し，ミジンコの繁殖を観察した。尚実験Iに於いて醤油粕のみのものが好成績を収めたので，その適量を知る為 0.5 g/L，0.8 g/L の2つの施肥量の群を作つた。施肥は薬害を防ぐ為5回に分けて行い，化学肥料は一旦水に溶かして加えた。

Table 2. The reproduction of *Cyclops hyalinus* influenced by chemical fertilizers compared with soy refuse.

No. of pots	Combination of fertilizers added to 100 g. of dried mud in 1 L. of water	Reproduction of *Cyclops* After 8 days	12 days	18 days	Colour of water After 8 days	12 days	18 days	pH After 18 days
I	Ammonium sulphate 0.1 g./L.+Calcium superphospate 0.03 g./L.	Better	Good	Worse	Clear	Light green	Light green	7.7
II	Urera 0.05 g./L.+Calcium superphosphate 0.03 g./L.	Better	Good	Worse	Clear	Light green	Light green	8.4<
III	Nitrolime 0.1 g./L.+Calcium superphosphate 0.03 g./L.	Worse	Worse	Worse	Clear	Clear	Clear	8.4<
IV	Soy refuse 0.5 g./L.	Better	Better	Better	Light brown	Light brown	Greenish light brown	7.7
V	Soy refuse 0.8 g./L.	Better	Better	Better	Brown	Brown	Greenish brown	7.7

Water temperature ranged from 18.7°C. to 32.0°C., and average temperature at 2 p.m. was 24.3°C.

その結果は醤油粕のみのIV，Vが実験期間中を通じて好成績を示した。窒素肥料として硫安，尿素を施したものは比較的繁殖がよかつたが，実験後期に於て *Spirogyra* が発生し，施肥した栄養塩類は益々その繁殖を促す結果となり，その為ミジンコは運動不能におちいり斃死した。

石灰窒素を用いたものは薬害の為斃死し，而も水も緑変しなかつた。以上の事実から遅効性の醤油粕が最もよい成績を示し，施肥量も底質の点を一応除いて水1Lに付き 0.5 g が適量と考えられる。尚醤油粕を用いたものは水色が褐色を呈し，幾分光線の透入を妨げ *Spirogyra* の発生を抑制したことが好影響を与えたとも考えられる。

化学肥料のみを用いても相当よい繁殖を期待できるものと思うが，唯速効性の為 *Spirogyra* の様な藻類が繁殖しやすいので直射光線を妨げるか，その他何等かの方法でその繁殖を防ぐべきである。

各ポット中の N，P_2O_5* の溶存量，割合に就てはこの実験の主な目的ではないが，化学肥料を用いたものは N 22 ppm，P_2O_5 5 ppm，醤油粕に於ては N 20～34 ppm，P_2O_5 2～3 ppm であり，両者の間にあまり

* 肥料価値の比較には窒素は原子の燐は酸化物の濃度を以てするのが適当である（Compton，1943）と云われているので，本実験ではこの表現を採用した。

差はないが，醤油粕に於てはその何%かゞ分解して利用されるわけであり，以上の事から化学肥料の群では殊にNが多過ぎたのではないだろうか。即ち，化学肥料のⅠ，Ⅱのポットでは施肥後16日目に醤油粕のⅣ，Ⅴではこれより遅れて18日目に *Spirogyra* の発生を見た。これは N, P_2O_5 の水中溶存量の違いと，水色の濃淡からくる光線の透入量の違いによるものであろう。

Ⅲ．光の強弱がミジンコの繁殖に及ぼす影響

実験Ⅰ，Ⅱの結果日射量が多過ぎると *Spirogyra* が発生し，ミジンコの繁殖を妨げ又化学肥料の薬害が現われる傾向があるので，それを明らかにする為この実験を計画した。肥料の配合，施肥量は第3表に示す如く実験Ⅰ，Ⅱに於けるものを採用した。而して醤油粕及び魚粉（カツオの肉を乾燥粉末としたもの）は1回に，化学肥料は5回に分けて施し，光の当る強弱に就ては窓側に置いた群（直射光線が当る）と直射光線を避けたものとに分け，夫々のミジンコの繁殖状況を観察した。その結果は下記の通りである。

Table 3. The combination of fertilizers used in experimental pots. (g./L.)

No. of pots	Soy refuse	Fish meal	Ammonium sulphate	Urea	Calcium superphosphate
Ⅰ			0.1		0.03
Ⅱ				0.05	0.03
Ⅲ	0.5		0.05		
Ⅳ	0.5			0.025	
Ⅴ	0.5				0.01
Ⅵ	0.5				
Ⅶ			0.1		0.15
Ⅷ				0.05	0.15
Ⅸ		0.5	0.05		
Ⅹ		0.5			0.01

Table 4. The effects of sun light on reproduction of *Cyclops hyalinus* and variation of pH value of water.

No. of	Exposed to sun light							Shaded from sun light						
	Reproduction of *Cyclops*			pH of water				Reproduction of *Cyclops*			pH of water			
pots	After 9 days	12	15	After 6 days	9	12	15	After 9 days	12	15	After 6 days	9	12	15
Ⅰ	+	—	—	6.8	7.9	8.4<	7.7	+	++	+	6.8	7.1	8.1	8.4<
Ⅱ	+	—	—	7.0	8.2	8.4<	8.4<	+	++	—	6.8	7.3	8.3	8.4<
Ⅲ	++	+	—	6.7	7.0	7.9	8.2	+	+	—	6.7	6.7	7.0	7.7
Ⅳ	++	+	—	6.8	7.0	7.9	8.4<	+	+	—	6.8	6.9	7.4	8.1
Ⅴ	++	+	+	6.8	7.3	8.3	8.4<	—	—	—	6.8	6.9	7.2	8.4<
Ⅵ	++	—	—	6.8	7.1	8.1	8.4<	—	—	—	6.7	6.7	7.1	7.4
Ⅶ	+	++	++	6.9	8.1	8.1	6.7	+	++	—	6.6	6.9	7.7	7.9
Ⅷ	+	++	++	7.0	8.4<	8.4<	8.4<	+	++	+	6.7	7.0	7.9	8.3
Ⅸ	—	—	—	6.8	7.0	7.4	8.4<	—	--	—	6.7	6.9	6.9	7.3
Ⅹ	—	—	—	6.8	7.1	8.3	8.4<	—	--	+	6.8	7.0	7.4	7.5

Exposed to sun light …… W.T. ranged from 15.3°C. to 26.8°C. and average temperature at 10 a.m. and 2 p.m. was 19.7°C.

Shaded from sun light …… W.T. ranged from 13.7°C. to 23.8°C. and average temperature at 10 a.m. and 2 p.m. was 17.9°C.

-- …… Worst, — …… Worse, + …… Good, ++ …… Better.

先ず水色の変化についてみると，直射光線を受けた群は施肥後6日目にしてⅠ，Ⅱ，Ⅶ，Ⅷ の化学肥料のみのものが薄緑色を呈し，これにやゝ遅れて醤油粕及び魚粉に過燐酸石灰を施したⅤ，Ⅹが8日目に，次に醤油粕及び魚粉に硫安のⅢ，Ⅸが 11 日目に，更に醤油粕に尿素のⅣと醤油粕のみのⅥが 14 日目に緑変し

た。即ち肥料の種類及び配合によつて水色の緑変に要する日数が明らかに異なり,最も早いのが〔化学肥料〕次いで〔醤油粕及び魚粉+過燐酸石灰〕,〔醤油粕及び魚粉+硫安〕,〔醤油粕+尿素〕,〔醤油粕〕の順になつた。これは有機質肥料の分解速度と密接な関係があり,更に燐酸肥料を加えたものが早い点から緑変に関与する藻類の繁殖が燐酸に支配される為と考えられる。尿素が硫安より遅れるのは,一且アンモニア態Nになつてから利用されるわけで,このアンモニア態に変る迄の時間が遅れて現われるのであろう。

更に緑変後その maximum が何日後に現われるかをみると,化学肥料のⅠ,Ⅱは5日後,醤油粕及び魚粉+過燐酸石灰のⅤ,Ⅹは6日後,魚粉+硫安のⅨが3日後に現われ,緑変開始の順位と似ているが,唯Ⅸが3日目の短い間に maximum に達したことは,魚粉中の燐酸の溶解が醤油粕のそれよりも早く,この燐酸による藻類の繁殖が原因であろうと思われる。今その溶解度をみる為,試料1g を水に溶かして 200 cc とし24時間放置後の水中に溶存している N,P_2O_5 をみると魚粉では 13.5% のNの内 NH_3-N として 0.78%が P_2O_5 は 2.1% の内 50.4%が浸出し,醤油粕では 4.3% のNの内 NH_3-N として 7.69%,P_2O_5 は 0.4% の内 5.5% が浸出した。以上の事から魚粉からは P_2O_5 が早く浸出し,醤油粕ではNが早く浸出する傾向がある。尚この放置した室温は約 17.0°C であつた。

更に注目すべきことゝして化学肥料のみを用いたなかでⅦ,Ⅷは実験期間中を通じ薄緑色を呈し,変化がなくミジンコの繁殖も最もよかつた。これは同じ化学肥料を施したⅠ,Ⅱと比較し P_2O_5 が多く N/P_2O_5 の比が異なる。即ちⅠ,Ⅱに於ては大体 $N:P_2O_5=4:1$,Ⅶ,Ⅷでは1:1となりこれは P_2O_5 の化学変化を考えると3:1になる。[2] これは plankton の組成と一致する故,そこに原因があるのではなかろうか。[2),3)]

尚,薄緑色の水色が変化せず,他のものより藻類の繁殖が悪い様に観察されたことから,この比がミジンコに対する餌料生物の繁殖を適度に保つ事に適していたのではないだろうか。即ちミジンコに対して最もよい餌料生物の濃度と云うものがある様に考えられる。又,直接ミジンコの生理に影響を与えることも考えられ,この点に就ては次の実験で明らかにしたい。

直射光線を避けた群についてみると,緑変開始はやゝ遅れ,特にⅨ,Ⅹに於ては腐敗に傾き硫化水素の発生をみ,水中の鉄と化合して硫化鉄となり懸濁して水色を黒変せしめ,其状態はⅩでは施肥後8日目に黒変し4日間続き,Ⅸでは 11 日目に黒変し6日間続き沈澱した。即ち魚粉に過燐酸石灰を加えた群の方が3日程早く黒変したが,これについては pH と関係があるものと思う。更にⅨが黒変していた日が長かつたのは硫安及び過燐酸石灰中の硫酸根の多少によるものであろう。

pH の変化に就てみると,実験開始5日目ではⅡ,Ⅷを除き弱酸性であつたが,8日目にはアルカリ性となり,大体日時の経過につれ pH は上昇している。これに対し光線を避けた群では pH の変化は緩漫であつた。

ミジンコの繁殖状態はⅧ,Ⅶが最もよく,次いでⅤ,Ⅳ,Ⅲの順になる。同じ肥料の組合せのⅠ,ⅡがⅧ,Ⅶに比べて劣つていたのは,前に述べた如く N/P_2O_5 の比によるものと思う。醤油粕と化学肥料の配合に於ては過燐酸石灰を用いたものが幾分よい。然し直射光線を避けた場合にはやゝ異なり,Ⅷ,Ⅶ,Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ,Ⅳの順でⅠ,Ⅱが比較的よかつたのは水温,光線の点で藻類の繁殖が幾分抑制されたことが原因であろう。尚醤油粕に窒素化学肥料を加えたものがまさつていた。以上のことから考察して,直射光線の有無にかゝわらず,化学肥料の $N:P_2O_5=1:1$ の割合に用いたものが最もミジンコの繁殖がよく,醤油粕と化学肥料では光線を受けた群は燐酸肥料を,光線を避けた群は窒素肥料を併用した方がよかつた。魚粉に就ては窒素が多い為,施肥量を減じた方がよいと考えられる。

直射光線の有無による化学肥料の選択については,次の様に説明されるのではないだろうか。即ちミジンコの繁殖に対し前述した如く水中の N/P_2O_5 の比が関係あり,直射光線を受けた方は醤油粕の分解が速やかに行なわれ,Nが早く供給される為そこへ P_2O_5 を加えればミジンコの餌料生物の繁殖に好影響を与え,これに対し直射光線を避けた方は分解が遅れる為Nを化学肥料で補うことにより,以上の結果が出たものと考える。特にこの実験に用いた肥料は遅効性の醤油粕である為,分解が遅れたものと思うが,地方によりミジンコの繁殖の為にこれをよく使用しているのは除々に分解し,栄養塩類の供給を長く保ち得るからであろう。

尚実験Ⅰ,Ⅱに於て醤油粕のみのものが化学肥料を添加したものよりミジンコの繁殖がすぐれていたが,

これは水温，水色及び光線の強弱と関係があり，醬油粕の分解の速さと *Spirogyra* の発生とが，この様な逆の結果をもたらしたものと考える。

摘　　要

（1） 各種肥料がミジンコの繁殖に及ぼす影響に就て実験を行つた。

（2） 実験 I，II に於て醬油粕 0.5 g/L に硫安，尿素 石灰窒素（N 10 ppm に当る量）過燐酸石灰（P_2O_5 1.6 ppm）を加えたものと化学肥料（N 20 ppm，P_2O_5 5 ppm）のみのものに就てミジンコの繁殖状態をみると，水温高く直射光線が当り過ぎると化学肥料の薬害が現われ，又 *Spirogyra* が発生し，繁殖を阻害する傾向がある。従つて醬油粕のみの方がよい結果が得られ，その施肥適量は水 1 L に対し 0.5 g であつた。

（3） 実験 III で直射光線を受けたものと避けたものに就てみると，水色，pH，ミジンコの繁殖状況が異なり，水色に就ては直射光線を受けたものは化学肥料（N 22 ppm，P_2O_5 5 ppm），醬油粕又は魚粉＋過燐酸石灰（N 20 or 67 ppm、P_2O_5 4 or 12 ppm），醬油粕又は魚粉＋硫安（N 30 or 78 ppm，P_2O_5 2 or 10 ppm），醬油粕＋尿素（N 30 ppm、P_2O_5 2 ppm），醬油粕（N 20 ppm，P_2O_5 2 ppm）の順に緑変し，直射光線を避けたものは魚粉＋硫安又は過燐酸石灰では腐敗に傾き，硫化鉄の沈澱を生じた。ミジンコの繁殖に就ては直射光線を受けたものは化学肥料の N 22 ppm，：P_2O_5 25 ppm のものが最もよく，醬油粕に過燐酸石灰，尿素，硫安を加えた順で，直射光線を避けたものはやはり化学肥料の N 22 ppm：P_2O_5 25 ppm がよいが，次いで同じ化学肥料の燐酸のすくない N 22 ppm：P_2O_5 5 ppm がよい。これは光線の強弱により肥料の分解の速さ及びミジンコの餌料生物，殊に藻類の繁殖が異なるからであろう。

（4） 魚粉の 0.5 g/L（N 68 ppm，P_2O_5 10 ppm）の施肥量は窒素が多い為，不適であつた。

（5） ミジンコの繁殖に最もよかつた肥料の N：P_2O_5 は 22 ppm：25 ppm で，その比は大体 1：1 となり，燐酸の水中に於ける化学変化を考えると N/P_2O_5 の比は 3：1 になるものと思われ，ミジンコの組成と一致する。而してこの比がミジンコの繁殖に好影響を与えた事は，水色の濃淡からみてミジンコの餌料生物の繁殖を適度に保つ為と考えられる。

終りに御助言を頂いた淡水区水産研究所中村・島立両技官，*Cyclops* の査定をお願いした赤塚孝三氏に感謝の意を表す。

文　　献

1) 山田紀作： 日水会誌，**15**，591～595（1950）.
2) Matida，Y.：Bull. Freshwater Fish. Res. Lab.，Vol. 2，No. 1（1953）.
3) 谷井潔，佐野孝： 日水会誌，**15**，67～70（1949）.
4) Compton，L. V.：United States Department of Agriculture，Miscellaneous Publication No. 528.

海藻の原形質に関する研究—I.

野 沢 洽 治・野 沢 ユ リ 子
（東京大学農学部水産植物教室）

Studies on the Protoplasm of Algae—I.

Koji NOZAWA and Yuriko NOZAWA

（1） The permeability of the cell of the laver (*Porphyra tenera*) to some nitrogenous compounds such as potassium nitrate, ammonium nitrate, ammonium sulfate and urea was investigated by the method of plasmolysis critical concentration.

The permeable coefficients estimated by the TRÖNDL's formula were 0.50 in the potassium nitrate, 0.62 in the ammonium nitrate, 0.64 in the ammonium sulfate and 0.58 in the urea.

It was found that the permeability to the urea was not so great, but the penetration of this was ascertained by the cytochemical detection as minute granules within the cytoplasm.

（2） After some mechanically injurious operations to the cells, such as mere pricks with a needle, if a piece of the injured *Porphyra*-frond was transfered from the higher osmotic medium to the lower one, some injured cells become into amoeboid shape, and the pseudo-podia like swellings attack the adjointing cells one after another, making a "plasmodium-like" radial figure. These figures were recognized with the naked eye as green spots on the same feature as the "perforating disease" previously reported by SUTO & UMEBAYASHI as a parasitic disease of the laver.

海藻の原形質の性質，特に滲透圧や透過性に関する研究は，BIEBL[1] 其の他 2,3 のものが報告されているが、筆者等は応用的な立場からそれ等を参考とし，アサクサノリについて原形質分離限界濃度測定法によつて種々の窒素化合物の透過性をしらべ，又外液の滲透圧の変化によつて生ずる原形質の形態的変化についても観察し，特に所謂アナグサレ病の原因に関聯ありと考えられる新知見を得たので，あわせてこゝに報告する。

（1） アサクサノリ細胞に対する窒素化合物の透過性

一般に藻類の原形質の透過性を測定する事は困難な場合が多いが，アサクサノリの場合も細胞が小さく組織がやわらかいので測定する方法は限定されて来る。この実験では原形質分離限界濃度測定法によって透過係数を算出した。この方法は簡単なので広く用いられているが，次のような欠点が指摘されている。即ち，1）基準に用いる蔗糖等が完全に細胞内に滲入しないものであると云う仮定をしている。2）原形質分離が原形質の透過性を如何に変化させるかは明かでない。3）原形質分離を起す時間的関係を全く考慮に入れていない。等であるが，この方法と共に広く用いられている原形質復帰法は後述する様に膨潤，解膠等の現象を起すため適用できぬので原形質分離限界濃度測定法だけによつたが，大体の傾向を知ろうとする本実験の目的のためには差支えないものと考えられる。

材料には東京湾産のアサクサノリを用い，硝酸カリ，硝安，硫安，尿素の各々について 0.1M 間隔の海水溶液（Cl′=17.7‰）列を作り，材料を入れてから 30 分後に顕微鏡下に観察し，対照と比較して異常の認められぬ限界を求め，TRÖNDL[2] の与えた次式によつて透過係数を算出した（Table 1).

$$\mu=1-\frac{C}{iC'}$$

式中 C は全く透過しない物質（この場合は蔗糖）の原形質分離限界濃度，C' は透過係数を求める物質の原形質分離限界濃度，i は等張係数である。

1954 年 9 月 22 日受理

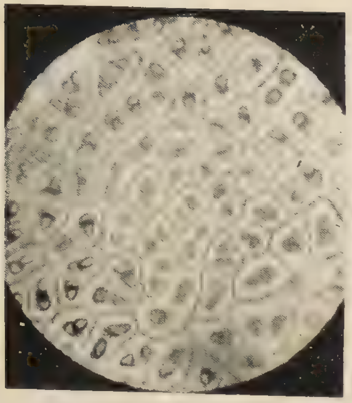


Fig. 4.

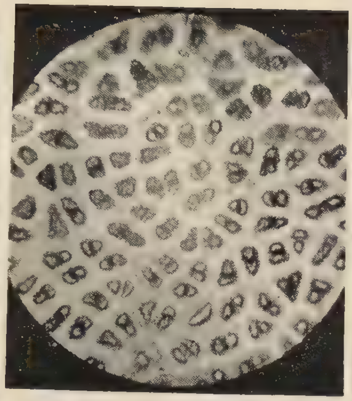


Fig. 5.

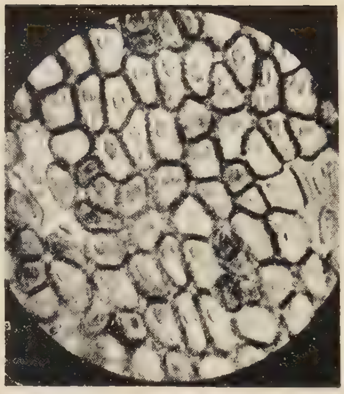


Fig. 6.

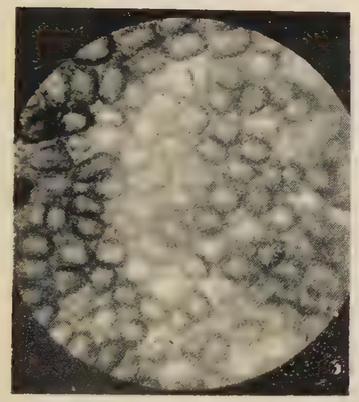


Fig. 4.

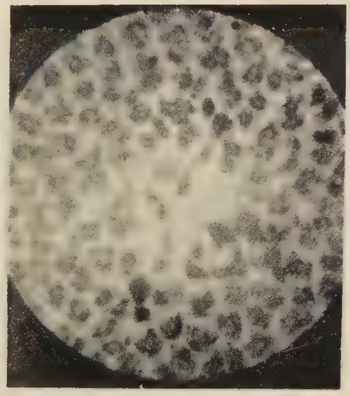


Fig. 5.

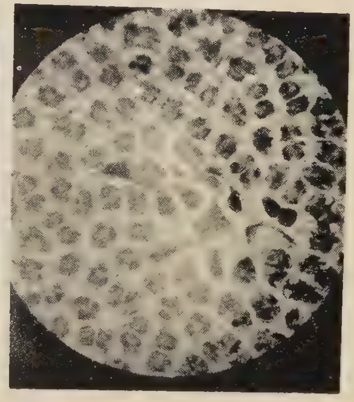


Fig. 6.

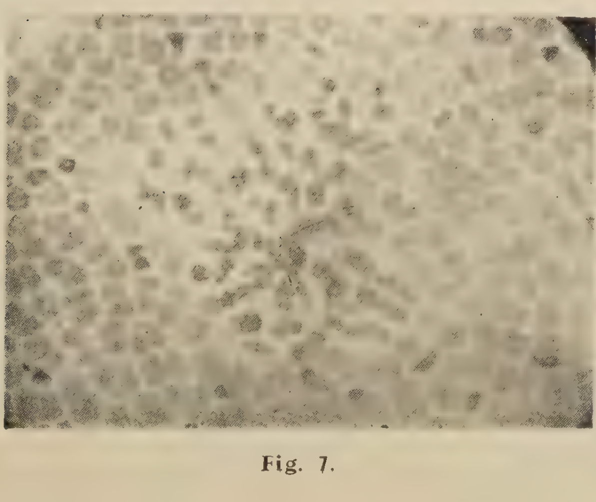


Fig. 7.

Plate

Fig. 1~4. Ureal figure in cells of a *Porphyra* by the cytochemical detection. Submerged for 10 minutes in 1 M. (1), 1 hour in 1 M. (2), 10 minutes in 0.5 M. (3) and 1 hour in 0.1 M. (4) of urea solution.

Fig. 5~7. Trannsformation of the injured cells into plasmodium.

この結果に見られるように，アムモニウム塩の透過が硝酸塩等よりも速いことは高等植物などを材料として行なわれた多くの結果と同様であるが，尿素は一般に非常に透過性の高い物質として注目されているにもかゝわらず，この実験ではそれ程高い値を示していない。これは実験を行なつた時の温度が冬期の室温（13～15°C）で比較的低温であつたためとも考えられるが，それにしても従来の結果に比べると可成り低い値である。Hofe は *Psalliota* に於て尿素の透過性の異常に低いことを見，滲入した尿素が細胞内で滲透的に不活動性のものに変化するのであろうと述べて居り，また野口一菅原[4]もチシヤ，ホーレンソウ等で尿素の透過性がそれ程高くない事を見て検討の要を述べている。野沢[5]もまた各種の窒素化合物溶液で培養した材料を分析して本実験と同様な傾向を認め，同時に尿素を与えると比較的早くアミノ酸，蛋白質等が増加することを見ている。一方尿素の透過の状態を見るために尿素の細胞化学的検出を Leschke の方法で行なつて見た所（この方法は Glick[6] 其他によつて批判されているように類似反応があり，尿素特有の反応ではないが）尿素を滲透させたものには多くの顆粒反応が見られ，尿素が可成り蓄積されることが推定される（Plate，Fig. 1—4）。従つて尿素の滲透に関しては尚検討をする必要があるものと思われる。

Table 1. Permeable coefficient of the protoplasm of *Porphyra tenera* to some nitrogenous compounds.

	Plasmolysis critical concentration(Mol)	Isotonic coefficient	Permeable coefficient
Succarose	0.25		
Potassium nitrate	0.30	1.68	0.50
Ammonium nitrate	0.30	2.17	0.62
Ammonium sulfate	0.40	1.72	0.64
Urea	0.60		0.58

（2） 原形質分離に伴う細胞の変化

アサクサノリの細胞は無機窒素化合物の高張液中では，先ず原形質が分離して星状の色素体は次第に小塊状に収縮する。そのまゝ放置した場合には所謂原形質復帰の現象は明瞭には認められずそのまゝ死に至るものもあるが，多くは時間が経過するとともに原形質の膨潤が起つて色素体は消失し，細胞中にはミクロゾームの様な小顆粒の活潑なブラウン運動が見られるようになる。この様な膨潤は尿素や蔗糖などの非電解質溶液では殆んど観察されないことからイオンの透入によつて起る所謂解膠現象（Peptisation）であろうと考えられる。この状態のものを更に放置すれば原形質は凝固し色素は溶出して細胞は完全に死に至る。なお特に濃度の高い溶液中では，はじめの収縮の際原形質が二分してその一方が先に膨潤して他を細胞内の一隅に圧迫し帽状となる特徴的経過が普通に見られる（Fig. 1）。

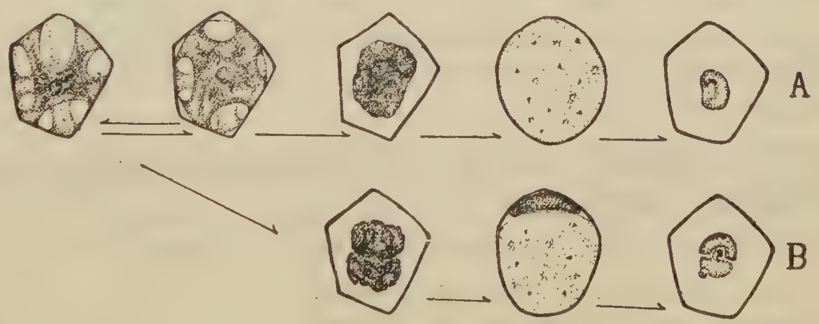


Fig. 1. Successive stages of plasmolysis in *Porphyra*-cells. A : in somewhat higher osmotic medium. B: in the more higher osmotic medium.

以上は高張液の場合であるが原形質分離限界濃度以下の溶液に於ても尿素以外の無機窒素化合物溶液ではイオンの透過による害作用と思われる原形質の膨潤，解膠が時間の経過とともに現われるが，高張液の場合とは異り，同一葉体に於ても個々の細胞によつて遅速があり害を受けた細胞は葉体上に散在している。夫々の物質の色々な濃度について48時間後の状態を見ると，0.01 M 溶液の尿素，硝安では変化なく，硝酸カリ，硫安では害を現し，特に硫安はその程度がはなはだしい（Table 2）。この事は野沢[5]も指摘しているが，硝酸カリと硝酸ソーダでは害の程度が異る。それ等については後日に譲りたい。

Table 2. Poisonous effect of some nitrogenous compounds to the *Porphyra* cells.

Compound	Mol	0.5	1	3	24	48	Compound	Mol	0.5	1	3	24	48
		Time in hour							Time in hour				
Potassium nitrate	1.0	+	+	++	×		Ammonium sulfate	1.0	+	+	++	×	
	0.5	+	+	++	×			0.5	+	+	++	×	
	0.1	−	−	+	++	+++		0.1	−	±	+	+++	×
	0.05	−	−	±	++	++		0.05	−	−	+	+++	×
	0.01	−	−	±	+	++		0.01	−	−	±	±	+++
Ammonium nitrate	1.0	+	+	+	×		Urea	1.0	+	+	+	+	++
	0.5	±	+	+	+++	×		0.5	−	−	+	+	+
	0.1	−	−	−	±	++		0.1	−	−	−	±	±
	0.05	−	−	−	±	+		0.05	−	−	−	±	±
	0.01	−	−	−	−	−		0.01	−	−	−	−	−

Remarks : +, ++, +++, = the degree of plasmolysis, × = death of cells (cf. Fig. 1).

（3） 滲透圧の急激な低下にともなう細胞の異常形態

淡水或は低塩分の海水に葉体を入れるときは水の透過によって膨圧を生じ，全細胞は非常な緊張状態となることはよく知られているが，この時あらかじめ葉体にごくわずかの機械的刺戟を与えて置くと刺戟を受けた細胞の原形質は入れると同時に特異な偽足状の突起を出して隣接の細胞と接続し，接続した細胞は更に突起を出して次々と遠心的に周囲の細胞とつながつて最初の刺戟を与えた細胞附近を中心として放射状にひろがる（Plate, Fig. 5—7)。これは plasmodium 類似の現象であるが，これを普通海水に移すとそれ以上にはひろがらずそのまゝの形で残存し，やがて中央部から脱落して穴があく。また同様に機械的刺戟を与えた葉体を高張液から普通の海水にもどしても同様な現象が見られ，その現象の進行する早さ，生起する割合等は条件によつて可成り変動する。

なお，これに関して注目されることは，先に須藤・梅林[7]がアナグサレと名付けた病害の形状と上記の異常形態とは殆んど識別できぬ程類似していることである。降雨，出水，土砂の流入等のアナグサレ発生条件と考えられるものは，塩分の急変，機械的刺戟等筆者達の実験条件と非常に密接な関係があり，またこの様な異常形態は機械的刺戟だけではなく化学的刺戟でも起ることが見られる。所謂アナグサレの原因についてはなお検討をしなければならないと考える。

本研究に当り，常に御指導賜り，本稿を校閲して下さつた新崎盛敏博士に厚く感謝する。なお本研究は文部省科学試験研究費による研究の一部である。

文　　献

1) R. Biebl : Ber. d. D. Bot. Ges., **57**, 12 (1939).
2) A. Tröndl : Ber. d. D. Bot Ges., **27**, 71 (1909).
3) F. Hofe : Planta, **20**, 354 (1933).
4) 野口彌吉，菅原友太 : 葉面撒布に関する研究，(1954).
5) 野沢洽治 : 葉面撒布に関する研究，(1954).
6) D. Glick : Techniques of Histo-and Cyto-chemistry, (1949).
7) 須藤俊造，梅林　脩 : 日水会誌，**19**, 1176 (1954).

魚類血液の生化学的研究—VI.*
食塩水中に於ける溶血現象に就いて（その1）

齋藤 要
（鹿児島大学水産学部）

Biochemical Studies on the Fish Blood——VI. On the Hemolysis in NaCl Solution (1)

Kaname SAITŌ

It was found that the red corpuscles of the teleosts studied increased their size, when the salt concentration of the hypotonic solution approached the threshold concentration where the hemolysis of the corpuscle begins. In this case, the oval form of the natural red corpusele was deformed into the round one. In hypertonic (5%) NaCl solution, however, the dwindled red corpuscle appeared (Table 1).

In contrast to other fishes; shark red corpuscle was found to become larger than the normal corpuscle even in the hypertonic solution. In the case of the sea water fishes, the hemolysis of the red corpuscle took place at the higher concentrations compared to the case of the fresh water fishes.

By estimating the dissolved hemoglobin in terms of the optical density, the hemolysis curve was easily obtained (Figs. 1 & 2).

赤血球が溶血素，溶血毒或は滲透圧及び温度等の変化によりその原形質膜を破壊され，内部の Hemoglobin が溶出する現象を一般に溶血と称している。此の溶血の難易即ち赤血球膜の強弱は，通常低張食塩水中で起る溶血の程度即ち滲透圧変化に対する膜の抵抗性により判定せられる。

魚の血液自体の滲透圧に就ては BOTTAZZI, McCLENDON, DAKIN[1] 等により氷点降下度(Δ値)が求められている。このΔ値は食塩水中の溶血現象と当然密接な関係があると考えられるが，このほかに溶血要因に対する血球膜自体の抵抗性も関係すると思われる。著者は先に Hematocrit 法による血球容積測定操作に際し血液に一定の物理的衝撃（遠心力）を与えた場合魚類特に鮫類の血球が哺乳動物の血球より溶血を起し易いことや通常の血球染色操作によつても魚の血球が破壊され易いこと[2]を観察している。本報では各種濃度の低張食塩水中における魚類赤血球の溶血現象に関し，主として大きさの度数分布によつて観察される形状の変化と溶血により食塩水中に溶出した Hemoglobin の吸光度等についてえた若干の知見を報告する。

実験の部

実験材料：鹹水魚は主として 1953 年9月から 11 月に亘り，鹿児島南方魚釣島近海（水温25°～28°）で釣獲した直後のもので同種の魚は略々同大の成体でき得る限り環境や生理の同一条件のものを選んだ。

実験方法：採血法は，I 報[2]の如く心臓より注射器で行い抗凝固剤として二重蓚酸塩を使用した。

実験に用いた各濃度食塩水は硝酸銀滴定法により正確に調整した2%溶液を原液とし，これを各々必要濃度に稀釈したものである。此の各濃度食塩水を小型試験管に各々 3cc 入れ，これに血液を 0.03cc 宛加え，管を転倒してよく混和し，25°C に 12 時間放置後再び転倒しI報の如くして赤血球の大きさ並に数を測定

1954 年8月 16 日受理 * 1954 年4月日本水産学会東京大会発表

し，これより各濃度食塩水中に於ける一定範囲の大きさの度数分布を算出した。

溶血現象の観察[3]は前述の如く一定温度に一定時間放置した各管を低速度で遠心分離操作を行い，赤血球の沈澱の有無をしらべ且つ上澄液の吸光度を光電光度計（日立製、ＥＰＯ型：Filter 540 mμ：液相の厚さ 4 mm）で求めた。

実 験 結 果 及 び 考 察

I　各濃度食塩水中に於ける赤血球の形状と大きの変化：赤血球は等張液中では原形を保つが高張液中では血球水分が外液に移行して収縮する。反対に低張液中では水分は血球内に浸入し血球は膨脹して遂には膜が破壊する。次に魚の赤血球を Giemsa 染色の塗抹標本で測定した大きさと各濃度食塩水中に前述の条件で放置した赤血球の長径及び短径の度数分布（％）を求めた結果は Table 1 の如くである。勿論 Table の数値は破壊形を除外した値である。

一般に硬骨魚の赤血球が塗抹標本に比べて膨脹する傾向が認められはじめるのは，低張液の濃度が其の血液が溶血を起す濃度の附近に達してからである。其の場合には一般に長径より短径の長くなる割合が大きく，従つて形状は楕円型のものが円型に近くなる傾向がある。２％液では塗抹標本の大きさと殆んど差が認められなかつた。Table には記載してないが５％液では各魚種共収縮形が認められる。鮫類の赤血球では２～５％液では核が不明瞭となり逆に形が大きくなる面白い現象が認められた。之等の血液には塩類と共に其

Table 1.　Size composition（％）of fish corpuscle in hypertonic and hypotonic NaCl solution.

Species	Major-axis					Minor-axis				
	Length (μ)	Smear prep.*	Concn. of NaCl soln. 2%**	1 %	0.4%***	Length (μ)	Smear prep.*	Concn. of NaCl soln. 2 %**	1 %	0.4%***
Cyprinus carpio (Koi)	12>	3	4	3	1	8>	3	4	6	2
	12～13	35	42	32	30	8～9	27	38	26	12
	13～14	**58**	**46**	**62**	**65**	9～10	**58**	**52**	**50**	**78**
	14<	3	8	3	4	10<	12	6	12	8
	(μ)	Smear prep.*	2 %	1 %	0.45%	(μ)	Smear prep.*	2 %	1 %	0.65%
Pristipomoides sieboldii (Himedai)	11>	6	11	5	2	8>	9	16	13	6
	11～12	42	40	**46**	32	8～9	**45**	**40**	38	30
	12～14	**50**	**46**	43	**58**	9～10	40	36	**45**	**62**
	14<	2	4	4	8	10<	6	8	4	2
Neothunnus macropterus (Kihadamaguro)	10>	8	12	6	4	7>	6	4	8	0
	10～11	19	22	27	32	7～8	**53**	**62**	**48**	35
	11～13	**67**	**58**	**64**	**48**	8～9	35	32	40	**58**
	13<	6	8	3	18	9<	6	2	4	7
	(μ)	5 %**	2 %	1 %	0.70%**	(μ)	Smear prep.*	2 %	1 %	0.70%**
Galeocerdo arcticus (Itachisame)	18>	5	2	12	7	14>	6	1	12	3
	18～21	31	29	**54**	**60**	14～16	**52**	26	**55**	**46**
	21～24	**48**	**57**	28	25	16～18	38	**56**	31	44
	24<	16	12	6	8	18<	4	**17**	2	**7**
Squalus mitsukurii (Tunosame)	19>	5	4	14	12	15>	16	3	9	5
	19～23	32	38	**57**	**48**	15～17	**56**	19	**50**	**48**
	23～27	**45**	**40**	36	38	17～20	28	**48**	35	42
	27<	18	18	1	2	20<	2	10	3	**5**

* Giemsa's smear preparation　** Hypertonic solution　*** Hypotonic solution

の滲透圧に当然関係すると考えられる尿素等の非蛋白性窒素化合物を著しく多く含むが，其の血球が或る範囲の高張液中で膨脹する機構に就ては尚一考を要する。何れにせよ⊿値より考えても淡水魚と鹹水魚とこれに鮫類との間では血球の等張液の濃度にはかなりの差があると考えられる故一般の生理的実験に用いる生理的食塩水の適正濃度等の魚種による相違も今後検討する必要があると思う。

II 食塩水中に溶出した Hemoglobin 量

低張液中で血液が溶血すると液が着色するがこの着色度と溶出した Hemoglobin 量との関係を知るため，Hemoglobin 含量既知の人血を完全溶血させた液を原液とし，これを一定の割合に稀釈して両者の関係を求めるに Fig. 1 の如き直線的関係が得られた。従って一定液量の溶血度は条件を一定とすれば吸光度より知ることができる。またこの事実より逆に Hemoglobin 含量未知の血液を低張液中で完全溶血をさせて其の吸光度より Hemoglobin 含量が求められるわけである。そこで数種の魚の血液の各濃度食塩水中に於ける溶血曲線を吸光度より求めたところ Fig. 2 がえられた。即ち一般に鹹水魚の血液は淡水魚よりも高い食塩水濃度で溶血現象が起る。又完全溶血点の吸光度がカツオが大きく，ツノザメが小さいことはカツオの方が血液中の Hemoglobin 含量の多いことを意味する。

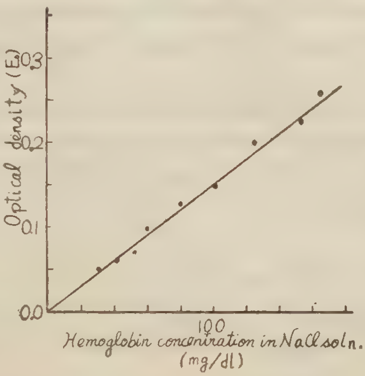


Fig. 1. Relation between optical density and hemoglobin concentration in NaCl solution.

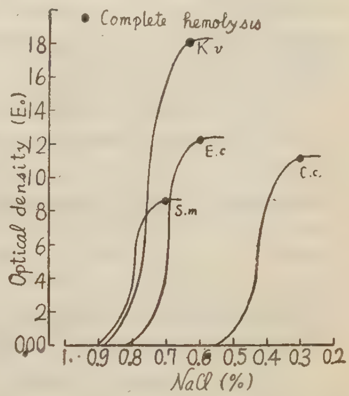


Fig. 2. Hemolysis curve of fish blood in hypotonic NaCl solution.
C.c. , *Cyprinus carpio*;
K.v. , *Katsuwonus vagans*;
E.c. , *Evynnis cardinalis*;
S.m. , *Squalus mitsukurii*.

III 溶血現象と吸光度，血球容積及び赤血球数との関係

血液が低張食塩水中で溶血すると前述の如く液の吸光度は増加するが一方赤血球が破壊する結果其の数及び容積が減少することにな

Table 2. Hemolytic phenomena of fish blood in NaCl solution.

Speies	NaCl (%)	0.94	0.86	0.74	0.66	0.54	0.46	0.36
Human	Hematocrit	++	〃	〃	〃	〃	++	—
	Opt. dens. (E_0)	0.00	〃	〃	〃	〃	0.03	0.18
	Red count (%)					100	78	7
Carassius auratus (*Funa*)	Hematocrit	++	〃	〃	〃	〃	+	—
	Opt. dens. (E_0)	0.00	〃	〃	〃	〃	0.04	0.11
	Red count (%)					100	62	5
Evynnis cardinalis (*Chidai*)	Hematocrit	++	〃	〃	+	—	—	—
	Opt. dens. (E_0)	0.00	〃	0.01	0.08	0.13	0.12	0.13
	Red count (%)		100	91	33	7	4	2
Katsuwonus vagans (*Magatuo*)	Hematocrit	++	〃	+	±	—	—	—
	Opt. dens. (E_0)	0.00	0.02	0.15	0.18	0.17	0.17	0.17
	Red count (%)	100	94	19	2	3	2	1
Carcharinus albimarginatus (*Tumajiro*)	Hematocrit	++	+	±	—	—	—	—
	Opt. dens. (E_0)	0.00	0.02	0.08	0.08	0.09	0.08	0.09
	Ped count (%)	100	84	8	0	4	2	0

る。この関係を数種の魚に就いて検討した結果は Table 2 の如くである。此の場合の血球容積は使用した血液量が少量のため常法の Hematocrit により測定する事は不可能であるから，肉眼的に赤沈の多少により表した。即ち食塩水中に赤沈が認められぬ時の濃度が前述の完全溶血点があつて，此の場合液の吸光度も最大値に達し，其れ以下の濃度では略々一定の値を示すことは明らかである。一方赤血球は完全溶血点でも極めて僅かではあるが破壊されずに残存するが大半は吸光度の増加に対し略々反比例的に減少する傾向がある。

要　　約

1）硬骨魚の赤血球では低張食塩水の濃度が溶血を起す附近に達すると始めて幾分膨脹する傾向が認められ，形は楕円型より円型に近くなる。また其の時の濃度は一般に鹹水魚が淡水魚より高い。5％食塩水では各魚種共に収縮型が認められる。鮫類の赤血球では2～5％食塩水中では核が不明瞭となり高張液中で膨脹する面白い現象が認められた。

2）溶血により食塩水中に溶出した Hemoglobin 量と液の吸光度との間に直線的関係があることを確認した。次で吸光度により数種の魚の溶血度曲線を求め，鹹水魚の血液は淡水魚よりも一般に高い食塩水濃度で溶血現象が起ることを認めた。低張食塩水中に於ける吸光度は血球容積の消失と共に最大値に達し，また液中の赤血球数とは略々反比例的な関係がある。

文　　献

1）F. Vles: "Cours de physique Bielogique," 113 (1927).
　川本信之："魚類の生理"，養賢堂，13 (1935).
　末広恭雄："魚類学"，岩波書店，177 (1950).

2）斎藤　要：日水会誌，**19**，1134 (1954).

3）E. A. Fennel: *Am. J. Clin. Path.*, *Tech.*, **8**, 21 (1944).

魚類血液の生化学的研究―VII.*
食塩水中に於ける溶血現象に就いて (その 2)

齋藤 要
(鹿児島大学水産学部)

Biochemical Studies on the Fish Blood ―VI.
on the Hemolysis in NaCl Solution (2)

Kaname SAITO

The red corpuscles of a few species of the sea water fishes were found to be more readily hemolysed than those of the fresh water fishes, when they were subjected to hemolysis in a series of hypotonic NaCl solution of various concentrations. Among the sea water fishes examined, the red corpuscles of shark, and other migratory fishes such as bonito and mackerel, were more labile* than those of the bottom fishes (Table 1 & Fig. 1).

The relationships among hemoglobin, nonprotein-N content and the stability of red corpuscle were shown in Fig. 2 : it was suggested that in the case of shark blood, the high content of non-protein-N compounds might bring about some effects to the stability of red corpuscle. In addition, it was found that the stability of the red corpuscle of the fish died in agony or stored after death diminished in course of storage (Table 2). Thus, it may be said that the stability of red corpuscles upon hemolysis might not be independent on the physiological state and the freshness of fish body.

* In the present text the threshold salt concentration for hemolysis was conveniently used in terms of "resistance", to compare the stability.

血球の食塩水中での安定性は同一動物でも生理的状態の如何によつて変化する。例えば低張食塩水中でおこる溶血の程度により求められる赤血球抵抗力は，主として人間の正常状態と病的状態によつてことなる。低張食塩水中における溶血現象から魚の血球の抵抗性をみると，硬骨魚と軟骨魚また淡水魚と鹹水魚との間ではかなりの差がみられる。しかし各群の魚の血液組成特に滲透圧が著しく異る故，血球抵抗力の差の意義も幾分異ると考えられる。

次に各魚種の赤血球抵抗力と重要血液成分との関係，並に死後初期の体内血液の抵抗力変化と溶血現象に就いて得た若干の知見を報告する。

実験の部

実験方法： 同一動物の赤血球でも其の種類により抵抗力は異る。従つて低張食塩水の濃度が或る程度に減少すると溶血が始まり食塩水は溶出した Hemoglobin により着色するが，尚多くの赤血球は破壊せられずに存在する。この溶血開始を食塩水の吸光度により判定し其の時の食塩水濃度を最小抵抗力値とし，また赤血球が完全に破壊する濃度を最大抵抗力値とした。抵抗力曲線[1]は最小，最大抵抗間の溶血現象を各濃度食塩水の吸光度差（例. 0.60% 食塩水の吸光度−0.65% 食塩水の吸光度）を縦軸にとり表わした。尚，死後の魚の実験には赤血球浮游液を使用した。即ち血液を 0.9～1.2% 食塩水中に採り，硝子綿を通じて凝固した血餅等を除き，低速度で遠心沈澱し上澄を棄て最後に血球に倍量の食塩水を加えて調製した。其の他の実験条件に就いては VI 報[2] 参照。

実験結果及び考察

I. **赤血球の抵抗値と抵抗力曲線**： 魚種の生活環境により血液組成に相違が認められるが，数種の魚に就て赤血球の最小及び最大抵抗値と釣獲海域の塩分濃度並びに抵抗力曲線を求めた結果は Table 1 及び Fig.

* 1954 年 4 月 日本水産学会東京大会で発表。 1954 年 8 月 16 日受理

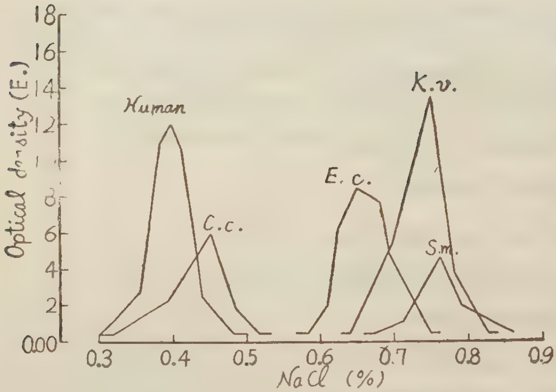


Fig. 1. Fragility of hypotonic NaCl solution.
C. c., *Cyprinus carpio*;
E. c., *Evynnis cardinalis*;
K. v., *Katsuwonus vagans*;
S. m., *Squalus mitsukurii*.

Table 1. Resistance of fish corpuscle in NaCl solution and salinity of hooking grounds.

Species	Resistance (NaCl %)		salinity
	Minimal	Maximal	(%)
Eumakaira nigro	0.84～0.78	0.76～0.72	34.45
Neothunnus macropterus	0.82～0.78	0.74～0.72	34.20
Katsuwonus vagans	0.84～0.80	0.76～0.70	34.20
Evynnis cardinalis	0.80～0.74	0.70～0.64	35.03
Pristipomoides sieboldii	0.82～0.76	0.72～0.66	34.81
Cyprinus carpio	0.48～0.44	0.34～0.32	0.00
Carassius auratus	0.50～0.44	0.36～0.32	0.00
Gaeeocerdo arcticus	0.86～0.84	0.78～0.74	34.56
Carcharinus alfimarginatus	0.84～0.80	0.76～0.74	34.65
Human	0.46～0.40	0.36～0.30	—

Table 2. Change of maximal resistance in fish died after struggling during storage at 5～7°C.

Species	Time		
	0	24 h.	48 h.
Neothunnus macropterus	0.80～0.74	0.90～0.86	0.96～0.92
Scomber tapeinocephalus	0.78～0.74	0.88～0.84	0.94～0.92
Seriola quingueradiata	0.74～0.70	0.88～0.84	0.90～0.86
Evynnis cardinalis	0.74～0.68	0.84～0.80	0.86～0.84
Cypinus Carpio	0.36～0.34	4.46～0.44	0.52～0.48
Geleocerdo arcticus	0.80～0.76	0.92～0.86	0.98～0.94
Carcharinus alfimargnatus	0.78～0.76	0.90～0.88	1.02～0.96

1の如くである。即ちコイ，フナの低張食塩水に対する赤血球の抵抗力は一般に鹹水魚より強く，人血と比較的類似した濃度で溶血現象が起る。鹹水魚では鮫類の抵抗力が最も弱く，マグロ，カツオの如き洄游魚がこれに次ぎ弱い結果となつている。また鹹水魚と淡水魚とでは棲境水の塩分濃度に著しい差があるが，溶血を起す塩分濃度は鹹水魚が幾分高い程度である。

次に血液自体の滲透圧（⊿値）を考慮してこの抵抗値を検討する。例えば Bottazzi[3] 氏等によると鮫類血液の ⊿ 値は海水の ⊿ 値と殆んど同一である。そうすると血液の ⊿値と血球の溶血を起す抵抗値との差即ち低張食塩水中の抵抗幅より考えると鮫類の赤血球は最も抵抗性が大きいことになる。

II. 赤血球の抵抗値と重要成分との関係：

魚類血液の一般成分に就いては III 報[4] で報告したが次に抵抗値と Hemoglobin 及び非蛋白性窒素量との関係を図示すると Fig.2 の如くである。血液中の Hemoglobin 量は一般に魚種により，赤血球数及び血球容積と比例的関係にある。硬骨魚では一般にマグロ，カツオの如く Hemoglobin 量の多い魚種ほど赤血球の抵抗力は弱くなる傾向があり，反対に鮫類では Hemmoglobin 含量が極めて少いにも拘らず抵抗力は弱い結果となつている。血液の単位量中の Hemoglobin 量の多い魚種ほど食塩水中での溶血現象の判定を容易ならしめることは確かであるが Hemoglobin の如き高分子化合物の量が直接血球の滲透圧に影響することは少いと考えられる。これに対し図の如く鮫類血液に特に多い非蛋白性窒素化合物（主として尿素）は血液の滲透圧に，ひいては赤血球の抵抗値にも影響することは確かであろう。一方硬骨魚の血液滲透圧は主として血清中の塩類量に支配されると考えられるが，鹹水魚は淡水魚

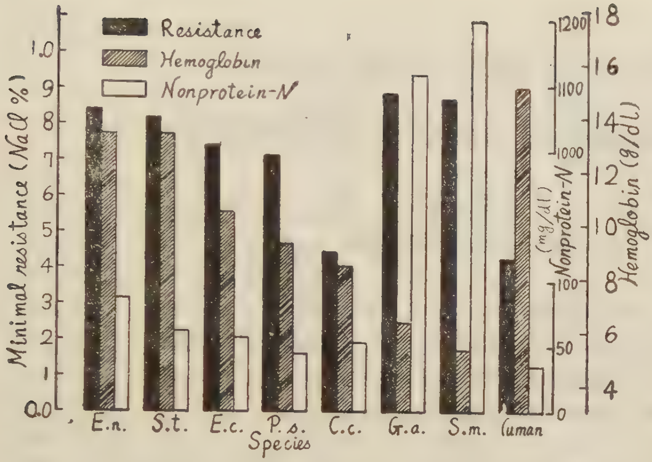


Fig. 2. Relation amoung hemoglobin, nonprotein-N content and corpuscle resistance.
E.n., *Eumakaira nigro*; *S.b.*, *Scomber tapeinocephalus*; *E.c.*, *Evynnis cardinalis*; *P.s.*, *Pristipomoides sieboldii*; *C,c.*, *Cyprinus carpio*; *G.a.*, *Galeocerdo arcticus*; *S.m.*, *Squalus mitsukurii*.

より血液灰分量の多いことは既に報告した。

III. 死後の体内血液の抵抗値の変化： 淡水魚が呼吸困難の状態にある時は，赤血球の食塩水中での抵抗力が弱くなることを狩谷氏[5]は報告している。著者の観察では死後相当期間を経過した魚体内の血液は，生時に比べ粘稠性を増し，特に苦悶死の魚には血液の部分凝固の現象が多く認められるようである。釣獲後空気中で苦悶させた魚と死後一定時間 5～7°C に放置した魚より得た赤血球浮游液の最大抵抗値を測定した結果は Table 2 の如くである。

即ち Table 1 の結果と比較して同一魚種でも苦悶魚の赤血球抵抗力は釣獲直後のものより弱く，さらに死後時間の経過と共に次第に弱くなる傾向のあることは明らかである。また魚種別の変化をみるとカツオ，マグロの如き洄游魚及び鮫類の赤血球の抵抗力が他の魚種より弱くなる結果となつている。その後更らに放置すると各魚種共に血液は体内で溶血を起して遂には血球分離が不可能となる。勿論この場合の自然溶血は低張食塩水中に於ける溶血現象とは全く異つた要因，例えば，死後体内に生じた溶血素或は溶血毒の作用が当然考えられる。著者の経験によれば一般に洄游魚にこの自然溶血の出現が早く起り，其の程度も強い傾向が認められる死後の体内赤血球の抵抗値の変化は我々が極めて新鮮と判断する魚体でも明らかに認められる故，死後初期に起る興味深い現象である。尚凍結処理をした魚では体内の赤血球が破壊され完全溶血の現象を表わす。

要　　約

1) 数種の魚の低張食塩水中に於ける赤血球抵抗値及び抵抗力曲線を求めた。一般に鹹水魚は淡水魚より抵抗力が弱く，また前者では鮫類及び洄游魚が最も弱い傾向がある。しかし，血液自体の Δ 値を考慮に入れると，低張食塩水中に於ける赤血球の抵抗幅は鮫類が最も大きいことになる。赤血球の抵抗値と血液中の Hemoglobin 量との間には硬骨魚では一見，逆相関の関係がある様な結果を得たがこの関係は鮫類には適用しない。一般的に抵抗値は血液中の Hemoglobin 量よりも塩類量また鮫類では特に非蛋白性窒素量と関係があると考えられる。

2) 苦悶魚，死魚の体内赤血球の抵抗力は釣獲直後のものより時間の経過と共に弱くなる傾向がある。その傾向並に体内で起る自然溶血の現象も一般に洄游魚，鮫類に強く認められる。この自然溶血の現象には低張食塩水中に於ける溶血現象と全く異つた要因が伪くことは当然である。

終りに本研究に際し御指導御援助を賜つた本学高田幸二教授，医学部桝屋富一教授並に本学練習船々長盛田友弍助教授以下乗組員各位に感謝し，併せて御懇篤なる御校閲を賜つた右田正男博士に深謝する。

文　　献

1) E. E. Ecker, C. W. Hiatt and L. M. Barr : *Am. J. Clin. Path.*, **19**, 259 (1949).
2) 斎藤　要：日水会誌，**20**，881 (1955).
3) F. Vies : "Cours de Physique Biologique", 113 (1927).
　 末広恭雄："魚類学"，岩波書店，177 (1950).
4) 斎藤　要：日水会誌，**20**，196 (1954).
5) 狩谷貞二：日水会誌，**15**，728 (1950).

柔魚の利用に関する研究―I. 魚体の各部分比及其の組成の季節的変化

川田 寛・高橋 喬
（ライオン油脂株式会社函館工場）

Studies on the Utilization of Cuttle-Fish―I. The Seasonal Variations of the Weight and Constituent in the various Parts of Fish Body

Hiroshi KAWATA and Takashi TAKAHASHI

Investigations were made on cuttle-fish (*Ommastrephes sloani pacificus*) caught from July to December, 1951.

As to the weight ratio of each part to whole body, there were no remarkable change except the viscera which increased gradually toward the main fishing season. Of the chemical variations, a remarkable change was shown in the oil content of liver, which had a maximum content in October and November, contrasting with minimum contents of moisture and nitrogen in these periods.

魚類及水産動物の利用に際し魚体各部の量比を知ることは大切なことで，その歩留りについて多くの報告がある。即ち清水氏[1]は各種魚類可食部の調査を，木村氏[2]はタラ，福岡氏[3]はマイワシ，ホウボウ，タイ，高田氏[4]はマアジ，カツオ等数種類の魚類につき各部分比に就いて山田氏[5]は各種類のサメ，柏田氏[6]はシュモクザメ，アブラザメの部分比及び季節的変化を，高木氏[7]はニベの，高田氏等[8]，中江氏[9]は明太魚の魚体部分比を，福岡氏[10]並びに清水，立野氏等[11]はマイワシの各部量比に就き，大小別産地別季節別の差異を，北山氏[12]はスケソウダラの内臓につき報告して居る。魚類以外の水産動物については野口氏[14]はイルカ類につき，波多腰氏[15]はシリヤケイカ，モンゴイカ，アオリイカ，ヤリイカの各部分の量的関係を求め季節，雌雄別変化を，谷川氏等[16]はその著書中にスルメイカ，ヤリイカの可食部，不可食部，内臓の量的関係を，近藤氏等[17]はエビ類につき，清水氏[1]は介類につき報告して居る。

著者等は函館近海に饒産されるスルメイカにつき長期間に亘る漁期を通じて，魚体の各部分量比並びに簡単なる一般組成を測定して季節的変化をみた。

実験の部

1. 魚体の測定及び分析法

魚体の測定：新鮮なスルメイカの胴長を測り，全体重を測定した後，外套膜を切り開き内臓全部を取り出しその重量を秤り，更に肝臓のみを秤る。眼球及び口球は頭部を切り開いてその重さを秤る。

分析法：肝臓の水分はキッロール法にて測定。肝臓の脂肪は精秤した試料を脱水芒硝にて脱水後，石油エーテルを用いソックスレー抽出器にて常法通り測定する。肝臓の全窒素及肉質の一般組成は常法通り分析する。

2. 試験成績

試料：スルメイカ *Ommastrephes sloani pacificus*

入手場所及測定期：函館市魚市場，1951 年 7～12 月

1） 魚体各部の重量

上に記した測定法に依り試料を測定し第1表に示す如き結果を得た。下記に掲げる数値は何れも 20 尾の

1954 年 8 月 16 日受理

平均値を示す。

Table 1. Weight of each various part of fish body.

Date	Body Length cm	Whole fish body g.	Meat g.	Whole viscera g.	Liver g.	Eye g.	Buccal-body g.
July 10	20.9	201.7	162.8	31.9	27.7	5.3	2.6
Aug. 1	19.4	160.5	129.3	23.1	17.3	4.6	2.7
Aug. 17	21.7	211.4	165.1	27.1	21.5	5.5	4.4
Sept. 5	22.5	214.5	187.1	38.6	27.3	7.2	3.6
Sept. 22	19.8	162.1	126.3	26.1	16.0	5.3	3.0
Oct. 5	21.9	220.0	167.8	40.4	26.8	6.8	2.9
Oct. 29	23.3	272.2	205.5	48.3	29.0	10.0	5.4
Nov. 10	24.4	286.1	219.0	54.8	38.3	9.9	5.5
Nov. 19	24.2	313.2	238.2	60.7	40.0	10.5	5.0
Dec. 10	22.4	238.5	194.5	32.3	18.0	6.7	3.1

2) 魚体に対する各部の割合の変化

前項に於て測定した各部の重量を全魚体に対する%で示すと第2表の如くである。

Table 2. Weight ratio of each part to whole body.

Date	*K*	Meat %	Whole Viscera %	Liver %	Ratio of liver to Whole Vis.	Eye %	Buccal-body %
July 10	21.5	80.7	15.5	12.7	82.4	2.6	1.3
Aug. 1	21.5	80.5	14.5	10.8	74.4	2.9	1.7
Aug. 17	20.5	78.0	15.6	10.3	79.0	2.6	2.1
Sep. 5	20.9	77.4	16.0	11.2	70.1	3.0	1.5
Sept. 22	20.6	77.9	16.0	9.8	61.0	3.3	1.9
Oct. 5	20.9	76.2	18.3	12.1	66.4	3.1	1.6
Oct. 29	21.1	75.3	17.8	10.6	59.7	3.7	2.0
Nov. 10	19.6	76.9	19.2	13.4	69.9	3.5	1.3
Nov. 19	21.8	76.2	19.3	12.8	66.5	3.3	1.6
Dec. 10	19.2	81.5	13.5	7.5	55.2	2.8	1.3

$K=100.\ W/L^4$ W: body weight L: body length

3) 肝臓及肉質の一般組成の変化

魚体測定終了後，肝臓及び肉質について簡単な二三の性状の季節的変化をみた。結果を示すと第3表の如くである。

Table 3. Seasonal variation of chemical constituents of liver and meat.

Date	Liver			Meat			
	Moisture	Crude fat	Total-N	Moisture	Crude fat	Total-N	Crude ash
July 10	50.0	30.9	2.97	77.81	1.48	3.32	1.53
Aug. 1	56.0	26.5	2.93	75.67	1.59	3.35	1.64
Aug. 17	48.5	34.6	2.60	77.78	1.57	3.13	1.43
Sept. 5	48.0	30.2	2.80	77.09	1.51	3.05	1.48
Sept. 22	52.1	22.2	3.26	76.50	1.33	3.10	1.65
Oct. 5	48.2	29.3	2.78	77.44	1.32	3.06	1.53
Oct. 29	38.0	41 2	2.45	77.23	1.42	3.10	1.48

Nov. 10	41.0	43.0	2.60	76.31	1.46	3.19	1.67
Nov 19	35.0	47.5	2.50	[illegible].32	1.51	3.23	——
Dec. 10	46.0	36.8	2.36	75.10	1.42	3.30	1.78

総　　括

スルメイカの長期に亘る漁期を通じて，魚体を肉質，内臓，肝臓，眼球，口球の各部に分割しその重量比並びに肝臓，肉質の一般成分を測定し，之等の季節的変化をみた。

1）　7月より漁が始まり 10～11 月には盛漁となり 12 月には漁が終るが，盛漁期になるに従い魚体は大きくなり終漁の頃は亦小となる。

2）　部分比に於ては眼球及び口球は季節的差は見られないが，内臓は盛漁期となるに従い増大し，10～11月には 18～20 %に達するがそれ以前でも亦以後でも 15 %前後である。

3）　内臓の過半を占める肝臓は初漁の頃では全内臓に対し 70～80 %であるが，10～11 月には 50～60 %に低下する。之は肝臓以外の内臓の増大速度が肝臓のそれより速いためであろう。然し全魚体に対する肝臓の割合は 10～13 %で季節的な変化はあまりみられない。

4）　肉質の一般組成の季節的な変化は殆んど見られない。肝臓は肉質と異り，盛漁期になるに従い含油量は増大し，10～11 月には 45 %に達する。水分及全窒素は之と全く逆に盛漁期には最小とな。

本研究に当り御指導御鞭撻を賜つたライオン油脂株式会社，専務取締役竹井俊郎氏，取締役技術部長富山新一氏，取締役支店長小山精一氏に感謝の意を表す。

文　　献

1）清水　亘：水産製造会誌，**2**，156，(1943).
2）木村金太郎：帝水，7，6，4，(1928).
3）福岡国男：水産製造会誌，**2**，262，(1934).
4）高田亮平：帝水，7，6，1，(1928).
5）山田紀作：南洋水産，7，8，1，(1941).
6）柏田研一：鹿児島水専研究報告，**1**，54，(1940).
7）高木光造：水産学雑誌，**53**，1，(1948).
8）高田亮平，勝井五一郎，永井年臣：醸学，**22**，104，(1941).
9）中江　正：醸学，**22**，111，(1944).
10）福岡国男：水産研究誌，**32**，181，(1937).
11）清水淳三，立野新光，里館健吉：水産研究誌，**32**，214，(1937).
12）北山祥吉：南洋水産，**3**，21，(1937).
14）野口栄三郎：日水，**10**，159，(1941).
15）波多腰ヤス：農化，**14**，1493，(1938).
16）谷川英一，斎藤市郎，谷田専次：イカとその漁法並に加工業，北海道水産新聞社刊行.
17）近藤金助，久保正徳，板東和夫：農化，**12**，1077，(1936).

柔魚の利用に関する研究—II. イカミールの消化率について

川田 寛・高橋 喬
（ライオン油脂株式会社函館工場）

Studies on the Utilization of Cuttle-Fish—II. The Digestibility of Cuttle-Fish Meal

Hiroshi KAWATA and Takashi TAKAHASHI

As one of the ways of utilization of cuttle-fish caught in summer, the cuttle fish meal was prepared from the meat flayed by autolysis in the pretreatment. The digestibility of the Cuttle-fish meal was conpared with those of several commercial fish meals, and found to be far supetior to the sardine and herring meals, though inferior to the codfish meal.

緒　言

北海道に於けるスルメイカの水揚高は年間約 7000～8000 万〆であり，そのうち 85％は加工処理され，加工の約 85％はスルメである。スルメの品質を左右する製造条件は色々あるが，現在のところ天候が最も大きく影響するように考えられる。殊に雨量の多く気温の高い 7, 8 月頃は乾燥中に細菌に依り汚染されて所謂アメイカになり易い。北海道水産物検査所の調査に依れば，7, 8 月のスルメイカ水揚高は第1表に示す如く比較的多く，而もこの夏イカは殆んどスルメ製造に向けられておる現状で，之は当を得たものとは言い難い。著者等はこの夏イカの利用としてイカミールを考え蛋白含有量多く脂肪の少い白色良質のミールを得た。

フィッシュミールの研究は多くの人々により古くから報告されており，その人工消化率に関しても大谷氏等[1)2)]，大島氏等[3)4)5)]，富山氏等[6)7)]の報告があり，亦スルメイカの利用につき谷川氏等[8)]は各種処理による人工消化率の差異を発表している。吾々はイカミールの人工消化率を測定し二，三魚粉のそれと比較したので報告する。

Table 1. Catch of Cuttle-fish in each month (1953).

Month	Catch cuttle-fish
Jan.	249
Feb.	—
Mar.	—
Apr.	16
May	57
June	125
July	3,499
Aug.	9,449
Sept.	6,890
Oct.	14,400
Nov.	25,545
Dec.	10,271

Unit: thousand kan

実 験 の 部

1. イカミールの製造について

スルメイカ（*Ommastrephes sloani pacificus*）を 50°C にて 30 分間自己消化[9)]し，内臓を崩解溶出せしめ肉質を分離する。この際肉質の表面が自己消化に依り完全に脱皮される。肉質を蒸煮し直ちに熱風乾燥機に依り 80～90°C に於て乾燥し粉砕してイカミールを製造する。

得られたイカミールは淡色で殆んど白色に近く，香気も良好であつた。その性状を示すと第2表の如くである。

Table 2. Chemical composition cuttle-fish meal.

Moisture	T-N	Crude fat	Crude ash	Glycogen
10.46	12.65	5.88	4.12	trace

1954 年 8 月 16 日受理

2. 人工消化率の測定及びその結果

人工消化率測定法：大島，板谷氏改良法[4]を用いた。使用ペプシン：市販のペプシンを用いた。その効力は FULD LEVINSON 氏法[10]に依り測定し，132 単位であることを確めた。

試験に供した試料は次の如きものである。

生イカ：胴肉及頭脚肉を一緒にしてチョッパーで細切してそのまゝ試験に供した。

イカミール 1：前記イカミールを 20 メッシュに粉砕したもの（飼料用）

イカミール 2：前記イカミールを 180 メッシュに粉砕したもの（食用）

イワシミール，タラミール，ニシンミール：何れも市販品を用いた。

試 験 結 果

上記試料の人工消化率を測定した結果を示すと第3表の如くである。

Table 3. Digestibility of Cuttle fish meal and several commercial fish meals.

	Moisture	T-N	Crude fat	Digestibility
Squid fresh meat	77.15	3.14	1.62	85.4
Cuttle-fish meal-1	10.46	12.65	5.88	83.0
Cuttle-fish meal-2	10.46	12.65	5.88	89.6
Sardine meal	11.15	9.70	7.45	82.2
Cod meal	12.16	9.93	3.92	91.3
Herring meal	12.49	8.70	15.32	80.7

即ち人工消化率はタラミールが最も良くイカミール 2，生イカは之に次ぎ，他は近似した数値を示して之等に次いでおる。イカミール 2 が高い消化率を示して居るのは，おそらく粒子が細いためと考えられる。

要　　約

夏イカの利用としてイカミールの製造を考え，白色で蛋白含有量多く脂肪の少いイカミールを得た。このミールと他の魚粉との栄養価を比較するため，先ずその人工消化率を測定し，比較に供した市販タラミールよりも消化率は低いが市販ニシン，イワシミールより高かつた。

文　　献

1）大谷武夫，木村　稔：日水，4,95，(1935).
2）大谷武夫，町田佐一：日水，6，277，(1938).
3）大島幸吉，板谷真一：北大水産専門部彙報，7 月，(1934).
4）大島幸吉，板谷真一：農化，14，507，(1938).
5）大島幸吉，板谷真一：農化，14，514，(1938).
6）富山哲夫，石川　策：農化，14、989，(1938).
7）富山哲夫，石川　策：農化，14，998，(1938).
8）谷川英一，須能正美：北大水産学部彙報，3，75，(1952).
9）竹井俊郎：特，176846，(昭 23).
10）FULD u. LEVINSON：*Biochem. Z.*，6，47，(1907).

かまぼこの足について—VI. 澱粉のゼリー強度

志水　寛・清水　亘
（京都大学農学部水産学教室）

Studies on Jelly Strength of Kamaboko—VI. On Jelly Strength of Starch Pastes

Yutaka SHIMIZU and Wataru SIMIDU

The jelly strength of various kinds of starch which are widely used as an improving material of the jelly strength of kamaboko has been compared with one another. We have found that the potato starch paste containing about twice amount of water as much as it showed the maximum strength. And when it contained 1.0 to 1.5 times of water, its hardness was found to be identical with that of kamaboko.

It was observed that there was much difference in their physical properties of the paste between both starch derived from grains and that from vegetable roots ; the former showed to be brittle, while the latter to be stronger in the jelly strength.

かまぼこの足の補強材として澱粉は最も重要なものである。特殊製品は別として一般には大抵の場合澱粉が混用され，多い場合には魚肉の 20 %以上にも及ぶ。澱粉が混入されればそれに応じて水が加えられるから澱粉はまた増量の意味をももつ。

澱粉は小麦澱粉やコンスターチのような穀類澱粉と，馬鈴薯澱粉や甘藷澱粉のようないも類澱粉とに大別される。それらの原料の種類により，また同種のものでも製法によつて性質が異るのは言うまでもない。本報ではかまぼこの補強材として使用される諸種の澱粉のゼリー強度について試験した結果を報告する。

実験及び実験結果

まず水分量によつて糊化澱粉のゼリー強度がどのように変るか，またかまぼこの足に最も近い糊化澱粉の水分量はどの程度であるかを知るために，市販のカタクリ粉（馬鈴薯澱粉）に種々の割合に水を加えて攪拌しながら十分に糊化せしめ，成型して弾性諸性質をゲロメーター[1] によつて調べた（測定温度 10°C）。その結果は Fig.1 の通りである。

この結果によれば水量が増すにつれて破断応力は漸減するが，破断伸張は逆に増加の傾向が見られる。しかし水と澱粉の混合比が 2：1 を境として，それ以上水量が増すと破断伸張も減少するようになる。これらの値から計算した足の強さは混合比 2：1 のところで最高が示され，この割合が最も合理的であることがわかる。これは実際の蒲鉾製造試験で見出された最適比率[2] 及び市販かまぼこの分析結果から計算した比率[3] にほぼ一致する。

ヤング率は水の割合が増すに従つて急激に減少し，次第に柔くなることが示される。これは当然予想されたところである。そして普通のかまぼこ程度の柔さは混合比 1.5：1.0 前後と判断された。

次にコンスターチ，エスサン粉特等，同一等，同並，同微粒子，馬鈴薯澱粉（精製）及び甘藷澱粉（精製）の 7 種類の澱粉に 1.5 倍量の水を加えて攪拌しながら加熱糊化したものについて比較検討した。穀類澱粉は脆くて足の測定が出来なかつたので，すべて五官によつて判定した。

1954 年 8 月 13 日受理

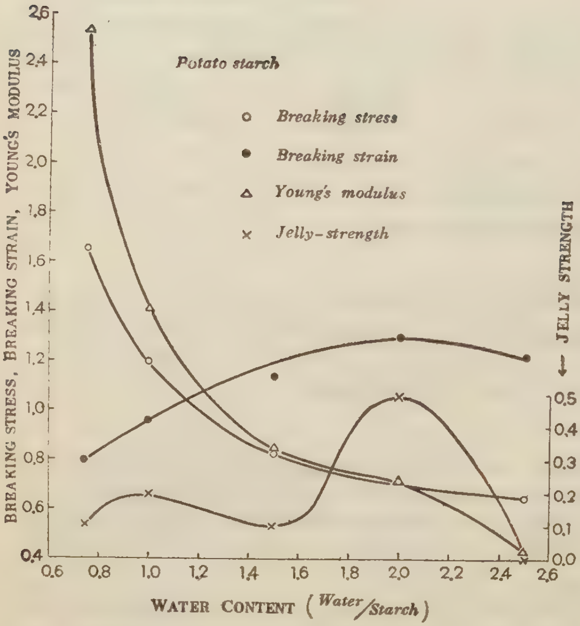


Fig. 1. The breaking stress, breaking strain, YOUNG's modulus and jelly strength of potato paste containing various amounts of water, by means of the gelometer[1].

穀類澱粉といも類澱粉との間には明かな性質の相違があり，そして同じ種類間には共通の点が認められた。即ち穀類澱粉糊は白色不透明で可塑性があり，引張ると切れやすく，冷えると脆くなる。これに反していも類澱粉糊は透明なゼリー状で生ゴム様の伸びがある。糊化温度はいも類の方が低い。水の混入比 1.5：1 の場合の足の強さは穀類澱粉ではコンスターチ，エスサン特等，同並，同一等，微粒子の順に，いも類澱粉では甘藷澱粉，馬鈴薯澱粉の順に弱くなつた。

各種類の代表として小麦澱粉と馬鈴薯澱粉とについて種々の割合に水を混入した糊を作り，水銀硬度計[4]を用いて，表面が破断するまでに要する荷重を測定した（10°C.）。その結果は Table 1 の通りである。

この結果は水量が2倍以下のところでゼリー強度の最高が示されているが，この測定法では硬さが非常に大きく影響するためであろう。従つてこの数字は真の足の強さを表わすものではないが，仮にこの結果を基にすれば，加水量が同じ場合には馬鈴薯澱粉糊は小麦澱粉糊よりも遥かに足が強い。それは五官検査によつても明かに認められる。加水量 1.25 倍以下では澱粉は完全には糊化しなかつた。

Table 1. A comparison of the jelly strength of potato starch and wheat starch, by means of the durometer.[4]

Water/Starch	Jelly strength (kg.)	
	Potato starch	Wheat starch
0.75	——	1.23(50% gelatinization)
1.00	——	1.53(80% gelatinization)
1.25	——	1.11, 1.10
1.50	2.87	0.69, 0.80
2.00	1.56, 1.40, 1.51	0.52, 0.51
2.50	1.11, 1.05	0.39, 0.42
3.10	——	0.28, 0.27

要　　約

（1）馬鈴薯澱粉は水の割合が2倍の時最もゼリー強度が強く，かまぼこと同程度の硬さは 1.0～1.5 倍あたりと思われる。

（2）澱粉糊の性質は穀類澱粉といも類澱粉とで非常に異り，穀類澱粉糊は脆く，いも類澱粉糊はゼリー強度が強い。

（本報は文部省総合科学研究費による業績の一部である。）

文　　献

1) 志水　寛・清水　亘：日水会誌，**19**，596（1953).
2) 清水　亘：蒲鉾，生活社（1949)，164 頁.
3) 清水　亘：水産製造会誌，**3**，170（1953).
4) 清水　亘：日水会誌，**12**，165（1944).

かまぼこの足について—VII.
澱粉による足の補強（その1）

志水　寛・清水　亘
（京都大学農学部水産学教室）

Studies on Jelly Strength of Kamaboko—VII.
Improvement of Jelly Strength of Kamaboko with Starch (1)

Yutaka SHIMIZU and Wataru SIMIDU

The jelly strength of kamaboko has been found to be decreased by mixing water into its material, ground fish muscle, but this decrease has been even delayed with further addition of water, or rather turned to increase at 5 to 10 per cent of water. When various amounts of water were added to the materials containing different amounts of starch, the similar effects were observed, too; thus increasing water weakened the jelly strength of the products, but rather the re-rising of strength has been found in twice of water as much as starch. This tendency was observed more clearly in potato starch. And the hardness of these products having the said ratio of water seemed to be a matter of our taste.

In the reinforcing-abilities of starch for kamaboko, both starch from flour or potato were proved to be practically equal, while the former seemed to us to be more sensitive for the water contents than the latter.

原料魚肉が弱足の場合にはそれ自身では一本立が出来ないから澱粉で補強しなければならない。澱粉を混入すれば製品が硬くなるので実作業では適当に水で延ばして調節が行われている。その際澱粉量及び加水量によつて足の強さがどのように変化するであろうか。それらの点について試験した。

また前報[1]で明かにされたように穀類澱粉といも類澱粉とでその性質が非常に異るので，それらの代表として小麦澱粉と馬鈴薯澱粉について比較検討した。

実験及び実験結果

原料魚はホシザメを用い，まず魚肉だけの擂身に種々の割合に水を加えてかまぼこを作り，破断応力（F）破断伸張（L），足の強さ（X）及びヤング率（Y）を測定した（測定温度 6°C)。この際食塩含量は魚肉水分を 77 %と見て，これに添加水量を合算したものに対して4%になるようにした。結果は Fig. 1 の通りである。

この結果を見ると，加水量が多くなるに従つて何れの値も減少するが，加水量 5～10 % の間で減少率がゆるやかになり，破断伸張及び足の強さはむしろ上昇の傾向さえ示している。

次に別の試料（やはりホシザメ）について，澱粉と水の割合を種々に変えてかまぼこを作り，同様の試験を行つた（測定温度 6°C)。食塩量は前と同じく水分に対して4%とした。結果は Figs. 2～5 の通りである。

これらの結果から次のことが観察される。馬鈴薯澱粉の場合，澱粉に対する水の割合が増すと破断応力も破断伸張も共に減少するが，途中（約2倍水量附近）で却つて増大し，それを過ぎると再び漸次減少している。水を割るのであるから一方的に値が低下するであろうという当初の予想は当らなかつた。小麦澱粉の場

1953年8月13日受理

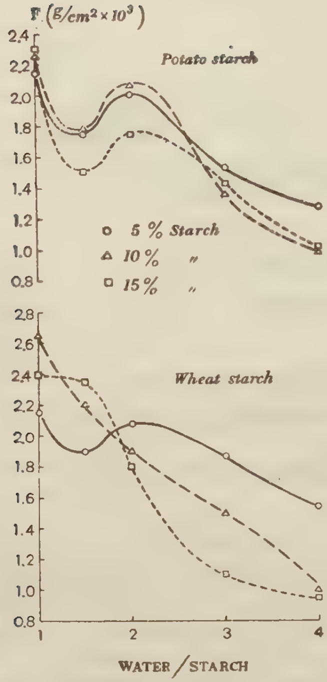


Fig. 2.

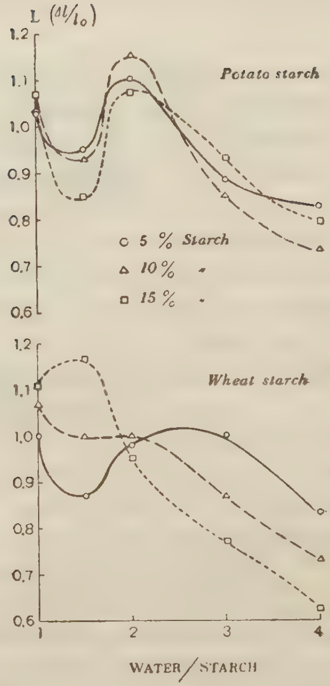


Fig. 3.

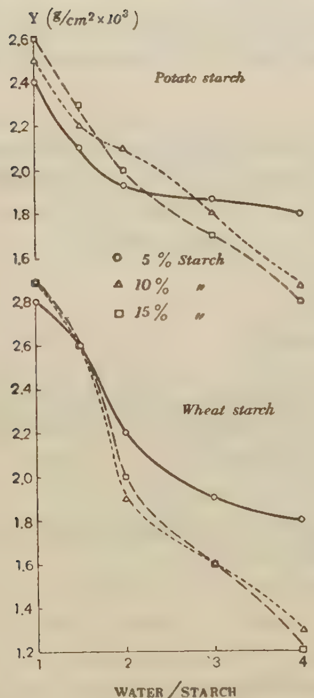


Fig. 4.

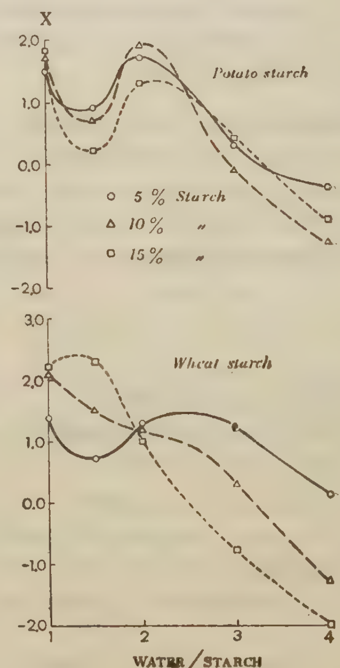


Fig. 5.

Fig. 2~5. The breaking stress (F), breaking strain (L), YOUNG's modulus (Y) and jelly-strength (X) of the kamaboko containing various amounts of starch and water.

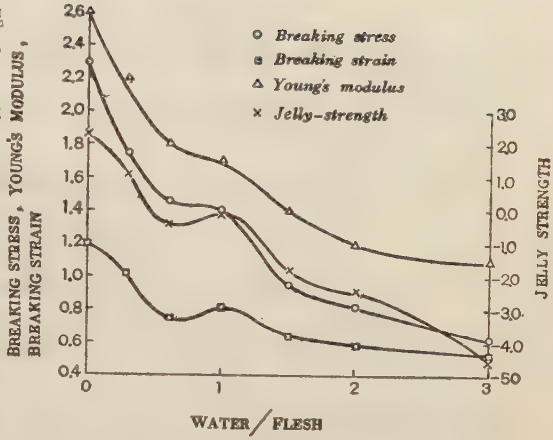


Fig. 1. The breaking stress, breaking strain, YOUNG's modulus and jelly strength of the kamaboko containing various amounts of water.

合にはこの傾向は弱いが，それでも澱粉 10 %混入の場合に微かに，また5%混入の場合にははっきり示されている。

この足の再上昇の起る点は水と澱粉との割合が 2：1 の附近であつて，前に澱粉糊の破断伸張及び足の強さが水と澱粉の混合比 2：1 の附近で最高を示した事実を見ており，またこの実験の始めに魚肉に 10 %の水を加えた時破断伸張及び足の強さが増大する傾向のあることが知られたが，これらを併せ考えると当然予想されることかも知れない。しかしそれにしてもこれのみでは説明されない。ただとにかく蛋白及び澱粉のゼリー形成能が，水分含量と密接な関係にあることは窺い知られる。

ヤング率は水の増加と共に減少している。その値から判断してかまぼこの適度の硬さは澱粉の2倍量の水を加えたあたりと思われる。これと加水量と足の強さとの関係からみて混和水量は混和澱粉量の約2倍とみてよさそうである。これは実作業の場合とほぼ一致する(2)。

ヤング率曲線の傾きは小麦澱粉の方が馬鈴薯澱粉よりも大きく，即ち小麦澱粉を混入したかまぼこは水の量が少い場合には硬いけれども，水を増せば急激に柔かくなる。馬鈴薯澱粉はこれに比べると水の増加に対してやや鈍感である。また足の強さは小麦澱粉も馬鈴薯澱粉も大差がないが，小麦澱粉は混和量が多い場合に水の増加率に対して変化が急激のようにみえる。

このことは大阪式と小田原式との製造上の実情及び製品の特徴と照し合わせて興味深く感ぜられる。小麦澱粉を好んで使用する大阪式では水の過度の混入を慎しむふうが見えるが，小麦澱粉の水に対する性質からみて当然のこととうなずける。従つて製品はやや硬く，餅様の感触をもつ。これに反して馬鈴薯澱粉を好んで使用する小田原式では加水量に対する関心が浅く，製品はやや柔かく，こんにやく様感触をもつが，これは使用澱粉の性質によるのであろう。

要　　約

（1） 魚肉だけの擂身に水を加えると次第に足が落ちるが，加水量 5～10 %あたりで変化が緩かになり，むしろ却つて足が上昇する傾向さえ見られる。

（2） 澱粉を混入した場合，それに対する水の量が2倍附近で再び足が増強される。これは馬鈴薯澱粉の場合にはつきり見られ，小麦澱粉の場合にはこの傾向が小さい。

（3） 澱粉に対して約2倍量の水が加えられた時適度の硬さになるようにみえる。

（4） 足の補強力は小麦澱粉と馬鈴薯澱粉とで大差がないが，小麦澱粉の方が加水量に対する足の強さ及び硬さの変化が敏感のようである。

（本報は文部省総合科学研究費による業績の一部である。）

文　　献

1) 志水　寛・清水　亘：日水会誌，**20**，893 (1955).

2) 清水　亘：蒲鉾，生活社 (1949)，164 頁；水産製造会誌，**3**，170 (1935).

かまぼこの足について—VIII. 澱粉による足の補強（その 2）

志水　寛・池内常郎・清水　亘
（京都大学農学部水産学教室）

Studies on Jelly Strength of Kamaboko—VIII. Improvement of Jelly Strength of Kamaboko with Starch (2)

Yutaka SHIMIZU, Tuneo IKEUTI and Wataru SIMIDU

The enhancing effects of starch on the jelly strength of kamabokos made from lizard fish producing strong jelly and those of shark affording relatively weak one, have been compared.

The jelly strength of non-starch kamaboko made from the latter was shifted by addition of water, but that of the former scarecely affected. When various amounts of starch were added to their ground muscles, the jelly strength of the products from lizard fish containing a small amount of water increased slightly with increasing starch, but in further addition of water rather decreased with increasing starch. It is probable that, although the strength of the products having a large amount of starch and a small amount of water was apparently intensive in strength owing to the hardness of starch paste, when a large amount of water was added, the own strength of fish muscle itself in place of starch paste should be shown. Lizard fish muscle having the higher jelly strength, therefore, seems to be decreased in its proper strength by the interference of starch paste.

On the contrary, in the shark kamaboko which jelly strength largely depend upon the stiffness of starch paste, its strength was intensified with increasing addition of starch and decreased with increasing water.

These facts seem to be attributable to the different content of soluble proteins in their fishes; lizard fish contains much soluble proteins and shark a less amount of them. Since ground lizard fish muscle may increase in amount of soluble proteins with increasing water, its strength would not be influenced so much by addition of starch and water, while in kamaboko from shark which may decrease in the concentration of soluble proteins in accordance with addition of water, its strength would be decreased and be influenced by starch paste with increasing water.

澱粉は弱足原料を補強する意味で使用されるのである。従つて弱足原料の場合には澱粉は欠くことのできない副原料になる。しかし澱粉はまた増量材としての役目も兼ねて居り，増量の目的で強足原料の場合にも使用されることがある。その場合には澱粉のために強足原料の足が却つて落ちるかも知れない。

澱粉の補強力については一部既に報告した[1]が，本報では弱足原料の場合と強足原料の場合とについて比較検討した。

実験及び実験結果

強足原料としてエソを選び，比較的弱足原料としてホシザメを用いて，まず魚肉だけの摺身で加水量を種種に変えてかまぼこを作り弾性諸性質を調べた。その結果を Fig. 1 に示す。

前報[1]で得られた結果と同様の傾向が見られ，即ち水の添加量が増すに従つて破断応力，破断伸張，ヤング率及び足の強さ共に低下するが，加水量 5～10 %あたりで低下速度が緩慢になり，特に破断伸張は却つて再上昇している。従つて足の強さはこの附近で極大点が現われる。エソとサメを比較すると，エソはサメより遥かに足が強いが，またエソは加水量の増加に対して足が落ちにくく，サメは落ちやすい。

1954 年 8 月 30 日受理

擂身に澱粉（馬鈴薯澱粉）が加えられた場合（Figs. 2～5）にも極大点が現われることも前報と同様である。加水量が澱粉との混合比 1:1 あたりでは，澱粉の量が多いほど足が強いが，加水量が多くなつて澱粉の2倍位になるとエソでは澱粉量に拘らず足の強さに大差がなくなり，更に加水量を増して3倍位になつて却つて最高に達する場合さえ見られる。これから考えられることは破断伸張や足の強さは元来加水量が増すに従つて上昇する性質をもつているのであるが，加水量が増せば柔かさが増すために伸びや足もそれにつれて減少し，全体として極大値が現われるようになるのではないかということである。エソの場合に加水量が少なければ澱粉量が多いほど足が強く現われるのは硬さが足に影響するためであり，更に水を増すと逆に澱粉量の少い方が足が強くなるのは硬さの影響が稀薄になり，魚肉自身の伸びや足の影響が大きく現われて来るためではなかろうか。

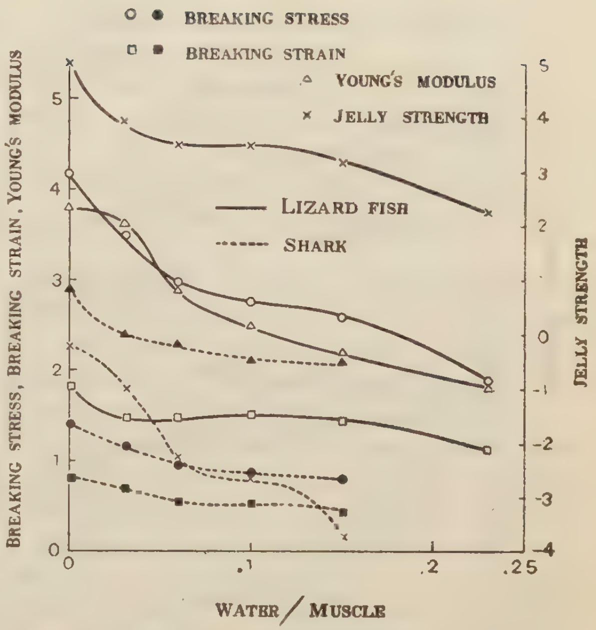


Fig. 1. Various elastic properties of non-starch kamaboko made from lizard fish and shark muscles containing various amounts of water.

それはまた澱粉が魚肉自身の足を邪魔しているとも解せられる。即ち加水量が少い時には澱粉糊の硬さが足に影響してその値を過大に見せかけているために，澱粉量の多い方が足が強いように見えるが，加水量が増してその影響が失われると魚肉本来の足が本領を発揮することになり，澱粉の少い方が却つて足が強くなる傾向を示すようになるのであろう。前に無澱粉の場合に水を加えるほど足を落すが，加水量がある程度に達したところで足の再上昇が起つたことを見たが，それも本来は水がある程度加えられた時足が強いのであるが，水が少い場合には硬さがこれに影響して足が強いように見せかけていると解することができそうである。

これは澱粉のゼリー強度よりも強い足をもつエソの場合についてであるが，澱粉のゼリー強度と大差のないような弱足原料の場合には澱粉のゼリー強度の影響が非常に強く仂き，水の添加に従つて足が弱くなる。ただ澱粉量が 10％の場合に加水量がその約2倍のところで足の強さに極大値が現われているが，それは澱粉が2倍量の水を含む時足が最大を示す性質[2]と，魚肉自身も少量の水を加えた時微弱ながら足の再上昇が起るという性質との相互作用によるのであろう。それなら 5％及び 15％澱粉添加の場合にそれが起らないのはどう説明すべきであろうか。恐らくこのような足の上昇が起るためには魚肉，澱粉及び水の割合が或る限度を保つことが必要なのであろう。

ヤング率は水の増加と共に急激に低下する。途中で低下速度が幾分緩やかになる場合もあるが，その程度は小さい。従つて一般には製品は水を加えるほど急激に柔かくなる。

考　　察

魚肉蛋白ゾルがゲル化する時網状組織が形成され，それがかまぼこの足として現われるものと考えられる[3]。網状組織が形成されるためには魚肉蛋白がまず食塩水に溶解しなければならない。逆に言えば蛋白がよく溶けるほど足が強くなることが期待される。エソのかまぼこが足が強い一つの原因は可溶性蛋白が多いためでなかろうか。もしそうだとすれば之に少々の水（食塩水）を加えても溶けないで残つている蛋白が更にこれに溶けるから蛋白濃度には大きい変化がないであろうし，可溶性蛋白の絶対量は水を加えるほど多くなる筈である。エソの擂身が加水量の増加に伴つて足を落しにくく，5～10％添加あたりでむしろ足が強く

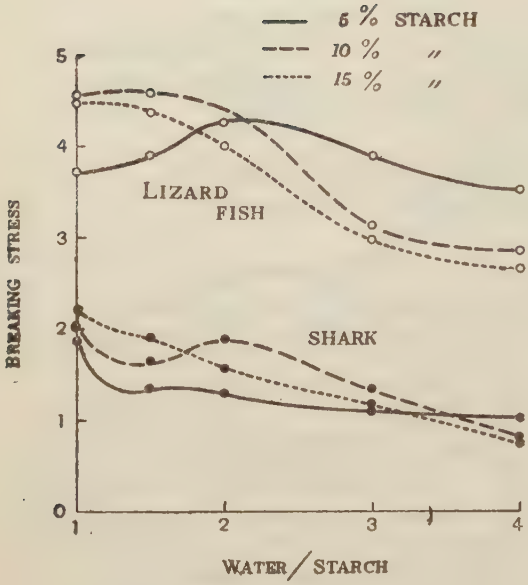


Fig. 2.

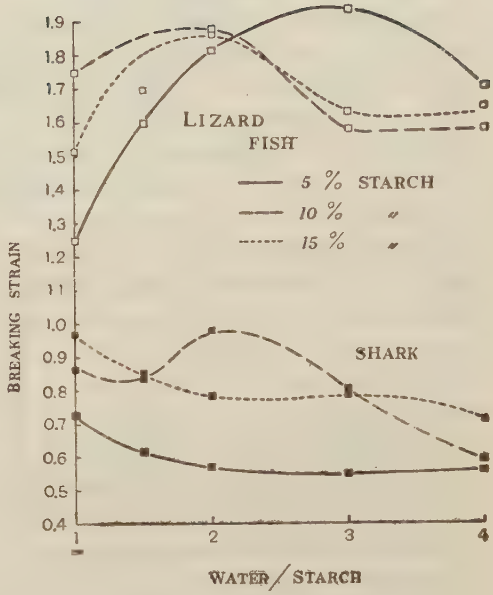


Fig. 3.

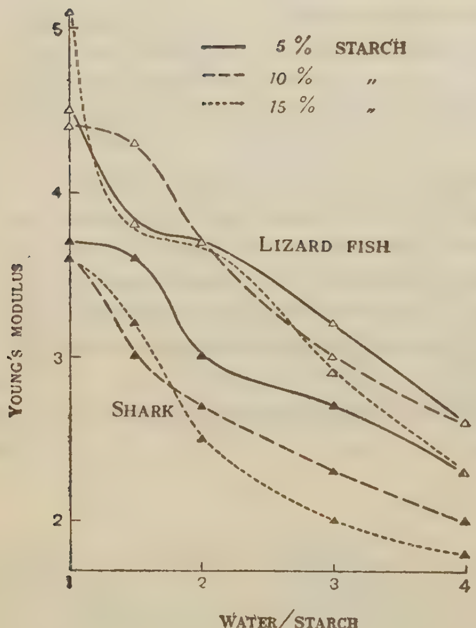


Fig. 4.

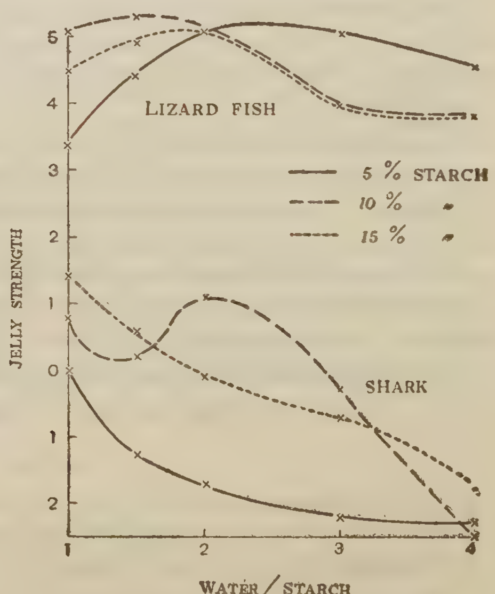


Fig. 5.

Fig. 2~5. Various elastic properties of kamabokos made from lizard fish and shark muscles containing starch and water in various proportions.

なる傾向が見られるのはそのためではなかろうか。勿論加水量が非常に多くなれば蛋白の濃度が低くなるから足が落ちるのは当然であろう。

ところがサメは蛋白含量が少い。近藤，信濃，山本[4]はサメ肉の全窒素はかなり多いに拘らず蛋白含量は極めて少いことを報告している。その原因はサメ肉にはエキス窒素が多いためであつて，例えば尿素だけでも多い場合には 2％（窒素として約 1％）以上を含み[5]，またトリメチルアミン・オキサイドの含量も多い[6]。従つてサメ肉蛋白が仮に易溶性であるにしてもその濃度が低く，水によつて稀釈されやすい筈である。サメのかまぼこの足が比較的弱く，また加水量を増すと急激に足を落すのもそれが一つの原因になるのではなかろうか。

擂身に澱粉が混入された場合，魚肉中の水分（食塩水）の一部はそれに結合されて蛋白の溶解に使われる水が減少し（この水は澱粉が糊化する時更に減少するのであるが），強足原料のように可溶性蛋白が多い場合には，その一部は溶解しないで残されるであろう。その場合には蛋白の濃度は飽和状態と見られるから変化はないであろうが，可溶蛋白の絶対量は低く，網状組織の形成を妨げる不溶性固形物量（澱粉を含めて）が多い。従つて図に見られるように強足原料においては澱粉を混入しても予想されたほど足が強くならない。それでも澱粉量が多いほどいくらか足が強くなつているが，それは前にも述べたように硬さが影響して見掛上強く現われたのであろう。これに水が加えられれば残された蛋白もこれに溶解し可溶蛋白量が増加する。そして加水量が或る限度に達するまでは常に飽和状態に保たれると見られるから蛋白濃度の低下が起らないであろう。その上不純物の濃度は小さくなる。その極限において足の強さが最高に達するものと考えれば，水が或る程度加えられたところに足の強さの極大値が現われる原因が理解される。

このようにエソの場合には加水量の増加に従つて足が却つて強くなるのは魚肉蛋白自身の足が澱粉糊の足より圧倒的に強いからであつて，従つて強足原料の場合には澱粉はむしろ不純物として魚肉の足を妨げると考えられる。しかしサメ肉の場合には蛋白含量が少いために加水量の増加に従つて蛋白濃度の減少が著しいであろう。事実サメ製品の足は加水量の増加に伴つて急速に落ちている。また魚肉自身の足が弱いために澱粉糊の補強力が大きく現われ，澱粉のために足が著しく増強される。

サメの場合にも澱粉量が 10％の時加水量が2倍あたりで足の増加が見られるが，それは普通に見られる現象と一致する。しかし 5％及び 15％添加の場合にそれが見られなかつたが，その原因については説明がむつかしい。ただ澱粉の補強力と蛋白及び水の含量との間に何等かの量的関係が存在するらしいことが観取される。

要　　約

1) 強足原料（エソ）の擂身は水を加えても足が落ちにくいが，弱足原料（サメ）は落ちやすい。
2) 強足原料は澱粉の補強によつて却つて足が弱くなり，弱足原料は増強される。
3) この相違は可溶性蛋白の含量の差によつて説明された。

（本報は文部省総合科学研究費による業績の一部である。）

文　　献

1) 志水　寛・清水　亘：日水会誌，**20**，895（1955）.
2) 同：同，**20**，893（1955）.
3) 清水　亘：蒲鉾，16 頁，1944，生活社.
4) 近藤金助・信濃　栄・山本健吉：農化.，**17**，870（1941.）
5) 清水　亘・大石圭一：日水会誌，**16**，547（1951）.
6) 清水　亘・日引重幸・藤田真夫：同，**19**，882（1953）.

放射性汚染魚類の放射性物質

佐伯誠道・岡野真治・森 高次郎
（東京大学農学部・科学研究所）

Studies on the Radioactive Material in the Radiologically Contaminated Fishes Caught at the Pacific Ocean in 1954

Masamichi SAIKI, Shinji OKANO and Takajiro MORI

The highest concentration of radioactivity was found in viscera with less in bone, skin and muscle, as shown in Fig. 1.

With water or EDTA-Na solution, some amount of radioactive material was washed off from the raw meat effectively (Table 1).

The radioactive materials contained in various organs of fishes were analyzed by the method shown in Fig. 2 (see also Table 2), and the results were summarized in Table 3 and 4.

The active substance in fishes was proved to be chiefly consisted of the radioisotopes belongs to Ⅲ group, whereas those belongs to Ⅳ group (Sr, Ca, etc.) was relatively little. Members of Ⅲ group were further separated in A (Al, Fe, etc.) and B (Zn, Co, Ni, etc.) subgroups, and the latter fraction contained also considerable amount of radioactive materials.

It is noticeable that Zn^{65} was detected in this Ⅲ B group with the gamma-ray analysis.

1954年春のビキニ環礁における原子爆弾実験の影響によつて放射能をおびた所謂「放射性汚染魚」に関する研究を行つた。本期の水爆実験の核分裂生成物に関しては既に東大木村研究室その他[1]において分析確認された。筆者等はこれ等の放射性元素の魚体組織への分布状況を明らかにすると共に，水爆実験以後日時の経過した時期においてなお魚体に残存する放射性元素の種類を解明することが，人体に対する放射性同位元素の最大許容量[2]を基準として魚肉の食用可否を論ずる上にも甚だ肝要のことと考え研究を行つた。魚体の放射性物質の組成は個々の核分裂生成物の半減期の長短に影響されるのは勿論であるが，その他，生物学的要因すなわち魚類の食性，消化，吸収，代謝ならびに魚類各組織の個々の核分裂生成物に対する選択的蓄積等に影響されることが大きいと考えられる。すなわち魚体中の放射性元素はビキニ降灰の組成とは当然異つていることが予想され，本研究の必要性を更に認めた次第である。

なお本研究の実施に当つて，御教示をいたゞいた共同研究者東大教授檜山，末広，松江博士，科研山崎博士，予研河端厚生技官，東海区水研天野博士，山田，戸沢技官，公衆衛生院高瀬技官に厚く感謝の意を表する。

実験および結果

1. 魚体各組織の放射能強度

本邦各地に水揚された放射性汚染廃棄魚のマグロ，カジキ類の各組織の放射能強度に関しては，先に檜山，吉野，市川，筆者等[3]によりその一部を報告した。ここに昭和29年5月中旬に台湾東方 100 マイルの海域で魚獲されたシイラ8検体についての各組織放射能強度の平均値を示すと第1図の如くである。第1図の示す如く，内臓すなわち肝臓，ジン臓，ヒ臓，ユウ門垂等は放射能が強く，エラ，心臓にもかなりの放射能が存した。また一部の試料魚ではセキツイ骨，卵巣，精巣にも放射能が認められた。魚肉の放射能強度は血合肉は若干高いが，正肉は著しく低く一般に他の組織と比較し極めて微少であるといえる。

1955 年 1 月 12 日受理 （印刷費負担）
本報告は昭和 29 年6月，昭和 29 年 11 月の日本水産学会関東支部例会において講演発表した成果の一部である。
なお放射能魚肉中の Zn^{65} の確認に関しては，東海区水研天野研究室，予防衛生研究所河端氏，筆者等の共同研究による成果（昭和 29 年 11 月，日本水産学会例会発表）であることを附記する。

次いで筆者等は魚肉加工中の放射性物質の移動を検するため，汚染キハダ血合肉の水浸出を行つた。その結果は第1表に示す如くであり，血合肉の放射能は 0.5% EDTA—Na 水溶液の浸出により 1/3 以下に減じ，水浸出により約 1/2 となつた 。

2. 魚体各組織の放射性物質

各組織の放射性元素についての知見を得るため，化学分析により5族に分別し，その各族の放射能強度を測定した。分析方法は第2図に略記した如くである。Ⅳ属が，燐酸の影響によりⅢ属と共に沈澱する傾向をのぞく為，Ⅳ属を硫酸塩としてⅢ属に先行して分離した。筆者等の分析法を検討するため，既知の放射性同位元素 Sr^{90}, Zn^{65}, Cs^{137} の塩酸塩および第5福龍丸の降灰に無放射性のバショウカジキの筋肉灰分を加えたものを分析した結果は第2表の如くであり，本法によりⅡ,Ⅳ,Ⅴ属の分別はほぼ満足すべきものであることが明らかである。但し若干の稀土類元素がⅣ属中へ混入する傾向はさけられない。

魚体各組織灰分の分析結果は第3表および第4表に記載の如くである。魚体内各組織の放射性物質はⅢ属元素（稀土類元素を含む）が大部分を占めている。Ⅲ属をA(Al, Fe 亜属）とB(Zn, Co, Ni 亜属)に分別した処，ⅢBに著量の放射能が認められた。この事実は第5福龍丸の降灰には認められない。分属各試料をシンチレーションカウンターによつてガンマー線の測定を行つた処，このⅢB亜族にはγ線がかなり認められた。この際のガンマー線のエネルギーはシンチレーションカウンターによる波高分布の測定から算出し得る。この波高の分布をシンクロオシロスコー

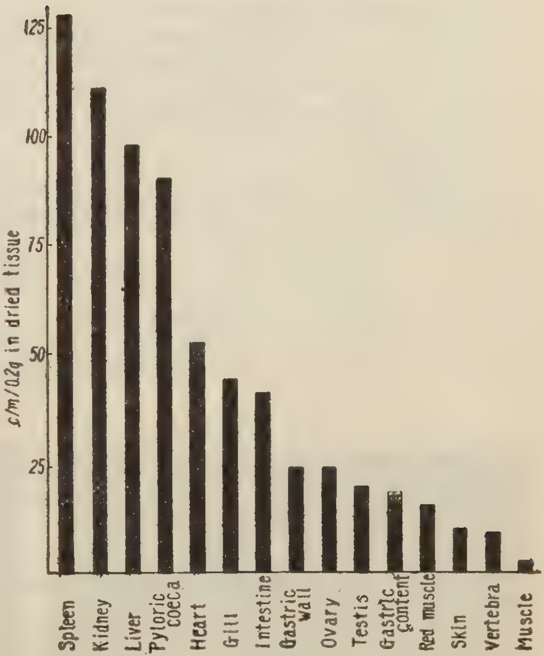


Fig. 1. Average c/m/0.2 g. in dried tissues of "SHIIRA" *Coryphaena hippurus*
Specimen : Nine fishes caught at 100 miles east off Formosa Island (Taiwan) in May, 1954.

Table 1. Decontamination of radioactive substances from the red muscle of tunny.

	net c/m/0.20 g. (dry muscle)
Original red muscle	54.8
Red muscle washed with water	27.6
Red muscle washed with 0.5 % EDTA—Na solution	14.1

The contaminated red muscle (25g.) from *Neothunnus macropterus* was soaked in water (25cc.) or 0.5 % EDTA—Na solution (25cc.) and filtered, and this procedure was repeated 4 times.

Table 2. Test on the reliability of the separation method adopted.

	Group [net c/m]					
	Ⅰ	Ⅱ	ⅢA	ⅢB	Ⅳ	Ⅴ
Sr^{90}(Ⅳ Group) + Ashes of nonradioactive fish muscle *	Ⅳ Group 3,800 c/m; Total of the other groups 120 c/m					
Zn^{65} (ⅢB Group) + 〃 〃	—	2,100	240	11,000	25	—
Cs^{137} (Ⅴ Group) + 〃 〃	—	8	130	37	190	11,000
"Bikini ashes" ** + 〃 〃	—	81	334	11	—***	—

* Species : *Istiophorus orientalis*
** Ashes collected from the surface of board of the Lucky Dragon (No. 5 Fukuryu Maru).
*** The estimation of the correct c.p.m. of this group was failed, but the considerable radioactivity was detected.

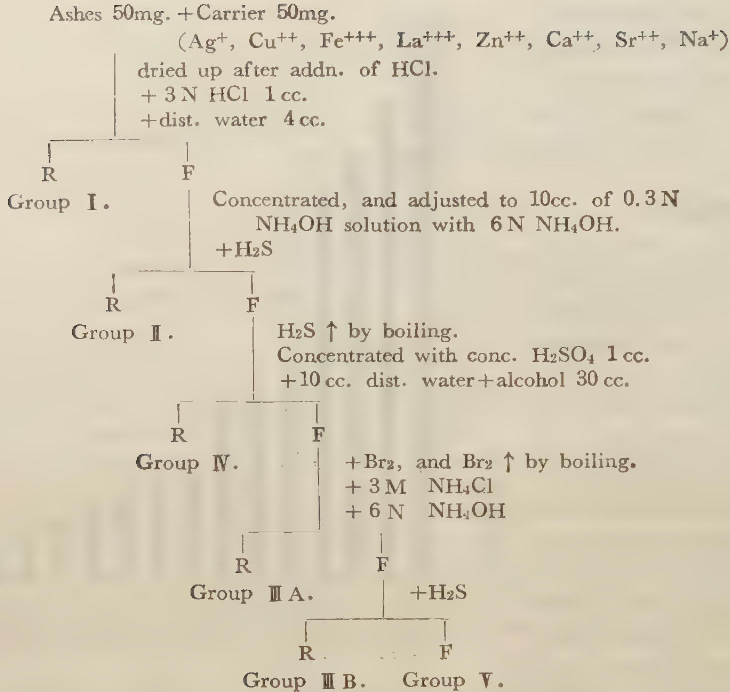


Fig. 2. Group separation method of the active elcments.

Table 3. Radioactvity of groups separated from ashes of the contaminated ***Parathunnus sibi.***
Notes on sample : *Parathunnus sibi* ("Shunkotsu Maru" sample No. 52)
place ef catch : 163°51′E, 10°55′N body length : 133.8 cm. body weight : 52.5 kg.
date of catch : Jun. 13, 1954. sex : ♂

	Group [net c/m (Oct., 1954)]					
	I	II	III A	III B	IV	V
Gill	6.8±3.7	−3.2±3.7	11.0±4.0	9.2±3.9	7.6±3.9	±
Spleen	17.8±3.9 (2.2%)	42.2±4.6 (5.3%)	293.9±10.8 (37.0%)	433.6±15.5 (54.5%)	7.6±3.7 (1.0%)	±
Liver	15.0±3.7 (1.6%)	344.1±11.5 (37.6%)	129.2±6.2 (14.2%)	410.3±12.5 (45.0%)	14.2±4.0 (1.6%)	±
Gastric wall	10.6±3.9 (4.6%)	28.4±4.5 (12.5%)	31.6±4.5 (13.9%)	146.9±8.1 (64.4%)	10.6±3.9 (4.6%)	±
Intestinal wall	11.4±3.7 (1.6%)	320.5±11.1 (46.2%)	52.0±4.9 (7.5%)	282.9±10.6 (40.8%)	27.4±4.4 (3.9%)	±
Intestinal content	14.8±3.7 (2.7%)	118.6±6.2 (21.9%)	27.6±4.4 (5.1%)	351.6±11.6 (64.8%)	30.0±4.7 (5.5%)	±
Pyloric coeca	22.9±4.3 (1.7%)	382.8±14.8 (27.6%)	245.1±12.1 (17.7%)	709.7±19.5 (51.1%)	25.8±4.2 (1.9%)	±
Kidney	——	45.8±14.8 (11.2%)	147.3±8.1 (36.3%)	204.5±8.1 (50.4%)	8.4±3.7 (2.1%)	±
Testis	——	−2.2±3.6	13.2±3.7	18.2±4.1	1.8±3.6	±
Vertebra	−1.8±3.6	−1.6±3.6	4.6±3.6	0±3.6	2.8±3.6	±
Dorsal muscle	0±3.6	−0.2±3.7	4.4±3.6	10.0±3.9	2.8±3.6	±
Ventral muscle	0.4±3.6	−0.6±3.6	9.4±3.7	4.8±3.7	2.6±3.6	±
Red muscle	0±3.5	−0.4±3.5	6.8±3.9	5.8±3.9	1.2±3.6	±

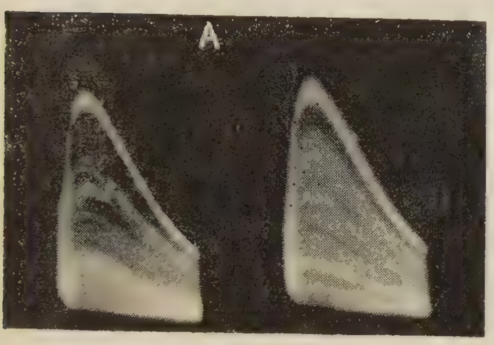
Table 4. Radioactivity of groups separated from ashes of the contaminated fish muscle.

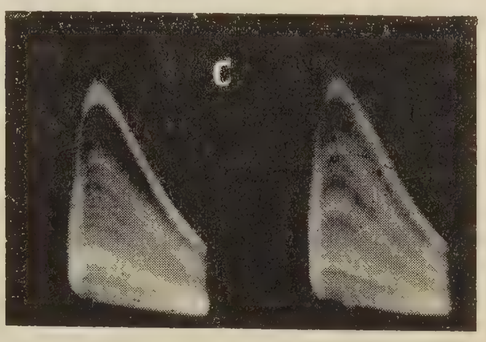
	Group [net c/m (Oct., 1954)]					
	I	II	III A	III B	IV	V
Muscle of "KATSUO" *	5.0±3.7 (2.3%)	−3.8±3.7	67.4±5.2 (30.6%)	129.2±7.7 (58.7%)	18.6±4.0 (8.4%)	±
Red muscle of "KIHADA" **	1.2±3.6 (0.7%)	3.0±3.9 (1.8%)	92.6±7.0 (56.1%)	56.2±4.9 (34.1%)	12.0±3.9 (7.3%)	±

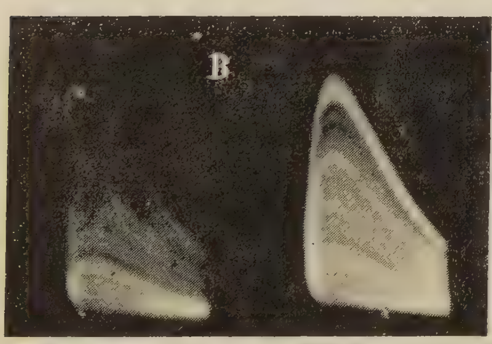
Notes on sample :

* *Katsuwonus vagans* ("Shunkotsu Maru" sample No. 26)
place of catch : 15 03′N, 163°15′E date of catch : Jun. 19, 1954.
body length : 70.0 cm. body weight : 7.9 kg. sex : ♂

** *Neothunnus macropterus*
place of catch : 5°N, 140°E date of catch : Jul. 18～Aug. 7, 1954.







In Fig. A the right pattern shows the gammaray spectrum obtained from III B group of muscle of *Katsuwonus vagans* (Table 4), while in the left that of pure Zn^{65} is shown for comparison at the top of which 1.12 Mev line is observed.

In Fig. B the right pattern shows the gammaray spectrum obtained from III B group of muscle of *Katsuwonus vagans* (Table 4), while in the left that of background is shown.

In Fig. C the right pattern shows the gammaray spectrum obtained from III B group of Pyloric coeca of *Parathunnus sibi* (Table 3), while in the left that of pure Zn^{65} in shown for comparison at the top of which 1.12 Mev line is observed.

Fig. 3. Synchroscope patterns by the scintillation counter in which is used $1^1/_2'' \times 1^1/_2''$ NaI(Tl) crystal.

プにより撮影したのが第3図であり，これは Zn^{65} と一致している。これ等の物理的，化学的実験結果により魚体内に放射性 Zn^{65} の存在が殆ど確認された。Ⅳ属は人体に甚だ有害な Sr^{90} を含む属として注目されるが，Ⅲ属に較べると各器官共Ⅳ属は微少である。本報の分属法によるとⅣ属の Sr，Ca はほぼ完全にⅣ属部分に捕捉することが可能であるが，Ⅲ属元素の一部特に稀土類元素の Ce 等[4]が逆にⅣ属部分に混入する。従つて実存する放射性Ⅳ属は本結果の示す数値より更に微少であろう。

摘　　　要

1. 放射性汚染マグロ，カジキ類の魚体各組織への放射能分布を明らかにした。

2. 魚肉の正肉の放射能は内臓各器官に較べると甚だ徴少である。

3. 魚肉（血合肉）の放射能は水浸出又は EDTA-Na 水の浸出により相当程度除去し得た。

4. 放射性汚染魚体各組織の放射性元素の分属を行つたが III 属元素（稀土類元素を含む）が甚だ多かつた。そのうちでもIII属の Zn 亜属元素がかなり著量に存し，γ 線分析によりこの III属 Zn 亜族元素は放射性 Zn^{65} であることが殆ど確認された。

5. 魚肉および内臓各器官には放射性 IV 属元素（Sr，Ca 等）は著しく少いことを明らかにした。

実験の一部を分担された中村昌代氏に厚く感謝する。なお本研究に使用した試料の一部は調査船俊鶻丸の採集したものであるが，試料の入手に御配慮頂いた調査団矢部団長、河端技官始め団員各位，水産庁藤永部長，亘理課長，山本技官に対し心から謝意を述べる。

本報告は文部省科学研究費（廃棄魚の放射能強度）および農林省水産庁試験研究補助金（俊鶻丸試料の化学分析）により実施された試験研究の一部である。

文　　献

1) 木村他 16 氏：分析化学 **3** (4)，333 (1954). 塩川他 5 氏：分析化学 **3** (4)，349 (1954). 山寺他 7 氏：分析化学 **3** (4)，356 (1954). 木羽他 3 氏：分析化学 **3** (4)，361 (1954).

2) "Maximum Permissible Amounts of Radioisotopes in the Human Body and Maximum Permissible Concentrations in Air and Water" Handbook 52, National Bureau of Standards, U. S. Dept. of Commerce (1953).
"Permissible Dose from External Sources of Ionizing Radiation" *ibid.* 59 (1954).

3) 佐伯・中村・吉野・市川・檜山・森：日本水産学会関東支部例会講演発表（1954 年 6 月），「放射能影響の水産学的研究・中間報告一IV」日本学術会議放射能影響調査特別委員会水産班資料（1954 年 7 月 1 日），「同上・中間報告一V」同上（1954 年 11 月 10 日）.

4) 天野・山田・戸沢：ビキニ海域調査連絡会発表 (1954).

放射能汚染魚に関する研究—I.
魚体組織の放射能について

天野慶之・山田金次郎・尾藤方通
（東海区水産研究所）
高 瀬 明
（国立公衆衛生院）
田 中 昭 二
（罐詰協会研究部）

Studies on the Radioactivity in Certain Pelagic Fish——I.
Distribution of Radioactivity in Various Tissues of Fish

Keishi AMANO, Kinjiro YAMADA, Masamichi BITO,
Akira TAKASE, and Shoji TANAKA

Radiochemical studies were made for 25 samples of fishes caught from the fishing ground including the area from longitudes 128° E to 162° E and from latitudes 3° N to 33° N during the season which covered from April 25 th to July 7 th 1954. It is noticed that the distribution of radioactivity varies widely as to the tissues of same fish sample. In general, liver, kidney, gall bladder and heart were found as the most contaminated parts in the tissues of the animal. Pyloric coeca, stomach and intestine were weaker in their radioactivity than the above organs ; further the least activity was observed for skin, bone and muscle. However, the order of strength of radioactivity in these tissues is not always the same if the different kinds of fish are comparedwith ach other. For example, the most radioactive parts detected in dolphin were liver, gall bladder and heart (Table 3), while in albacore, heart was not higher in its radioactivity than otherorgans (Table 7).

As the result of radiological examination of stomach contents of Okisawara (*Cybiidae sp.*) and dolphin, there was found no significant correlation between the radioactivity of stomach contents and that which observed in the tissues of the fish (Tables 2, 3). Even distribution of the activity was proved for the muscles which were taken from different parts of dolphin, big eyed tuna and yellow fin tuna (Tables 4, 5, 6). But dark muscle held always much highr radioactivity than white muscle of the same fish. Sometimes, over ten times of strength was recorded for dark muscle compared with white muscle (Tables 4 to 8).

緒 言

第5福龍丸が被災した 1954 年3月1日以後，現在（1954 年12 月）に至るまで放射能汚染魚の検出例は相当の数量にのぼり，10 月末日までの廃棄数量は9万貫に達し，その漁獲海域も広く西南太平洋全般に及んでいる現状である。人為的な原子兵器実験によつて，放射能汚染をうけた魚類について，その汚染の内容を能う限り正確に記録することが本研究の目的であつて，こゝでは汚染の程度，魚体各組織，臓器等に於ける放射能の分布，組織中特に食用部分である筋肉中に蓄積する放射性元素の同定等を主として取扱つたものである。

プルトニウム又はウラニウムの核分裂によつて生ずる放射性同位元素の大部分のものは生物体の構成元素中に見出し得ないものであり，また核分裂物質のうち構成元素として普通存在するものでもその含有量は極めて少い。しかしながら放射能によつて検知される元素の量は通常の化学分析で取り扱われている量に比較

1954 年1月 29 日受理 東海区水産研究所業績第 194 号（印刷費負担）

し得ぬほど小さく，したがつて普通生物の構成元素に見出し得ない放射性同位元素により汚染された淡水又は海水に生棲する魚の組織に放射能が検出されても，その現象はあながち異とするに当らないであろう。KNOBF は Oak Ridge National Laboratory 下の水流である White Oak Lake, White Oak Creek 及び Clinch River の魚を調べ，White Oak Lake で採れた魚は極めて高い放射能を有し，肉 2.5 オンスで最大許容量を越えることを明かにし，また White Oak Creek が Clinch River に合流するところより 7.5 哩下流の地点で採れた或る種の魚にも可成りの放射能を認めている。さらに之等魚の組織についてその放射能強度を調べ，その強さは鱗，骨及び肉の順になつており，鱗及び骨に沈着している放射性同位元素は $Sr^{89,90}$ 及び Y^{90} であり，これに反して肉の放射性同位元素は大部分が Cs^{137} であることを報告している。Washington 大学の Applied Fishries Laboratory が 1949 年行つた Bikini その他の環礁の放射生物学調査[2]では，之等の環礁で採れた魚の組織に於ける放射能の強さは内臓（肝臓を除く），肝臓，骨，皮及び筋肉の順になり，また 1948 年度の調査試料によると魚の内臓に存在する放射性同位元素の大部分は Ce^{144} 及び Pr^{144} であるらしい。1954年の俊鶻丸によるビキニ海域調査[3]に於ては広範囲の海域より放射能を帯びたマグロ類を採取し，之等魚の組織に於ける放射能の強さを皮，筋肉，血合肉，鰓糸，血液，心臓，胆汁，幽門垂，脾臓，胃壁，腸壁，腸内容，生殖巣，腎臓，骨，肝臓について調べ，その放射能強度は腸内容，幽門垂及び肝臓が最も大きく，脾臓，腎臓等が之に次ぎ，鰓及び血液にも相当の放射能が認められ，骨，皮及び筋肉の強度は内臓器管に比べて可成り低い結果を得，さらに海水及びプランクトンの放射能汚染結果よりして，之等魚に於ける，核分裂による放射性同位元素の移行経路は海水，プランクトン，魚の順であろうとしている。我々もまたこのビキニ海域調査と殆ど日を同じくして遠洋マグロ漁船により漁獲されたマグロその他の魚に於ける組織の放射能強度を 25 尾の材料について調べ，その強度は魚種，個体によつて多少異るも，肝臓，腎臓，胆嚢及び心臓（血液を含む）が最も大きく，幽門垂，胃，腸及び生殖巣が之に次ぎ，皮，骨及び筋肉にも僅かながら放射能が認められ，且つ筋肉の放射能は血合肉よりも明かに低く，また部位によつてさ程変動がないことを明かにした。したがつてその結果をこゝに報告することとする。

実験及び実験結果

供試材料

実験に供した材料はすべて東京都中央魚市場に水揚げされ，放射能検査の結果，廃棄処分に附された魚（体表より 10 cm の距離で 100 カウント以上のもの）であつて，その種類はオキサワラ 7 尾，シイラ 6 尾，メバチ 2 尾，キハダ 4 尾，ビンナガ 5 尾及びクロカワ 1 尾の合計 6 種，25 尾である。之等供試材料の性別，体長，体高，体重並に漁獲船名，漁獲水域，漁獲月日を一括して表示すると第 1 表の如くである。

放射能の計測方法

KNOBF[1] は淡水魚の放射能計測に於て，魚の組織を 100° C で乾燥した後，硝酸で分解し，550° C で灰化を行い，その灰について放射能を End-window 型 Geiger-Mueller counter で調べている。また Washington 大学の Applied Fisheries Laboratory によつて行われた海水魚の放射能汚染の研究[2]では，1～5 g の組織を 100～300° C で乾燥し，500～550° C で灰化を行い，その灰を細挫して水を加え測定用の皿に移し，乾燥後，メタンを注溢せしめた Internal counting chamber を用いて放射能を調べ，さらにビキニ海域調査報告[3]に於ては，魚の組織 1 g をステンレス・スティール製試料皿にとり細挫した後，表面を一様に平滑にした生試料と，その試料を更に減圧乾燥した乾燥試料の 2 つにつき，組織の放射能を科研 32 型 Radiation counter にて計測している。

組織に於ける放射能を計測する場合，その放射能が可成り大きく，試料の自己吸収を求めることが可能である以外は，乾燥又は灰化試料より得た値から生試料の放射能を求めることはできない。またその逆も同様である。勿論放射能が可成り大きい場合でも，含まれる放射性元素の種類並にその割合が組織によつて異るときは，各組織についてその自己吸収係数並に Back-scattering の値を求めなければならない。しかしながら自己吸収を少くする目的を以つて一定量の生試料を乾燥又は灰化し計測を行う場合は別であつて，乾燥又は灰化した試料より生試料の放射能を求めることができる。たゞしこの場合に於ては，乾燥物又は灰の量が自己吸収を無視し得る程度のものでなければならぬ。

Table 1. Species and morphological data of the samples.

Specimen number	Species of fish	Sex	Total length	Body height	Total Weight	Name of fishing boat	Site of catch	Date of catch	Remarks
1	"Okisawara" (*Cybiidae sp*)	♂	126cm.	18cm.	15.3kg.	Kikusuimaru	22°N, 145°E	April 25 ~ May 9	
2	//	♂	121	18	13.5	//	//	//	
3	//	♀	131	22	20.3	//	//	//	
4	//	♂	112	16	11.2	//	//	//	
5	//	♀	102	15	6.8	//	//	//	
6	//	♂	133	20	19.4	//	//	//	
7	//	♀	137	20	20.4	//	//	//	
8	Dolphin (*Coryphaena hippurus*)	♂	106	24	12.0	No. 15 Taihomaru	18—22°N, 128—132°E	April 25~ May 13	
9	//	Unknown	99	22	9.6	//	//	//	
10	//	//	105	23	10.9	//	//	//	
11	//	♀	100	21	9.7	//	//	//	
12	//	Unknown	103	22	9.2	//	//	//	
13	//	♀	94	21	7.2	//	//	//	
14	Big eyed tuna (*Parathunnus sibi*)	♀	154	46	Unknown	Nittomaru	33°N, 162°E	June 1~ June 17	Gutted fish
15	//	Unknown	119	35	//	//	//	//	//
16	Yellow-fin (*Neothunnus macropterus*)	//	134	36	38.6	No. 2 Tokachimaru	4°N, 143°E	June 10~ June 18	//
17	//	//	126	34	36.5	//	//	//	//
18	Black marlin (*Makaira mazara*)	//	Unknown	50	Unknown	No. 5 Aburatsumaru	3°20′N, 148°E	June 18~ July 7	//
19	Albacore (*Germo germo*)	♂	100	24	21.8	//	//	//	
20	//	Unknown	100	23	21.0	//	//	//	
21	//	//	96	24	16.5	//	//	//	
22	//	♀	97	24	18.0	//	//	//	
23	//	Unknown	95	23	16.8	//	//	//	
24	Yellow-fin (*Neothunnus macropterus*)	//	111	27	22.9	//	//	//	Gutted fish
25	Albacore (*Germo germo*)	//	128	28	30.6	//	//	//	

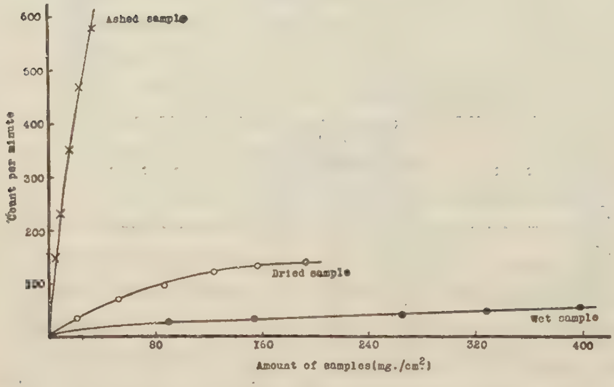


Fig. 1. Radioactivity of wet, dried and ashed samples of dolphin liver (No. 10) in c.p.m.

組織の放射能をどの様な形態の試料で測定するかは，目的とするところによつても異るであろうが，放射能の小さい魚の組織で，生試料では殆ど放射能が験知し得ないものにあつては，乾燥又は灰化によつて放射性元素を濃縮し計測を行うべきであろう。そこでまず，廃棄処分に附された魚の各組織に於ける放射能を計測する場合，如何なる形態の試料について，またどの程度の量をもつて計測を行うべきかについて検討を行つた。使用した組織はシイラ（No. 10）の肝臓であり，之を乳鉢で細挫したもの（生試料），105°C で乾燥後粉末としたもの（乾燥試料）並に乾燥試料を 800°C で灰化したもの（灰化試料）につき検体量を種々変えてその放射能を計測した。その結果は第1図の如くである。

検体は直径 2.5cm のステンレス・スティール製試料皿にとり，その量は 1 cm^2当りの mg 数で表した。計測に使用した計器は Geiger-Mueller counter(科研 32 型 Radiation counter) で，使用 GM 管は End window型であり，その Mica の厚さは 3.4 mg/cm^2 で，Mica window より検体までの距離は 16 mmであつた。

第1図から判ることは生試料では約 50 cpm で，乾燥試料では約 150 cpm でほゞ Infinite thickness に到達するも，灰化試料では 600 cpm でも Infinite thickness に到達せず，且つ実験に供したシイラ肝臓は可成り放射能の大きな組織であるから，他の放射能の小さい組織では生または乾燥試料で放射能を計測することが放射能検出の精度からして適当でないことが判る。したがつて計測検体として一定量の灰化試料（97.4 mg，20 mg/cm^2）を用い，一般に 10 分間の計測値から 10 分間の Back ground を差引いて1分間当りのカウント数を出し，その値から各組織の放射強度を比較した。なお検体量を直径 2.5 cm の試料皿に対し 20 mg/cm^2 とした理由は試料量の関係であり，検体量が 20 mg/cm^2 にとれないものは第1図の灰化試料の曲線を用い 20mg/cm^2 当りのカウント数を算出した。

オキサワラ及びシイラ各組織の放射能

調べたオキサワラ及びシイラは第1表の No. 1 から No. 13 に相当するもので，オキサワラは菊水丸の漁獲物（マグロ類 11 トン，サメ類 5.6トン）中放射能検査の結果廃棄処分に附されたオキサワラ 15 尾（最低 134 cpm，最高 385 cpm）のうちの7尾であり，シイラは第15大鵬丸の漁獲物(マグロ類11 トン)中放射能検査の結果廃棄処分に附されたカジキ1尾，バショウカジキ 30 尾及びシイラ 120 尾（最低 152 cpm，最高 2,426 cpm）中のシイラ6尾である。之等の材料を用い，オキサワラの場合は胃内容を含めて8組織，シイラの場合は同じく 12 組織についてその放射能強度を求めた結果は第2表，第3表の如くである。なおシイラ No. 11 について部位を異にする筋肉その他の組織についての放射能強度を調べた結果は第4表の如くである。

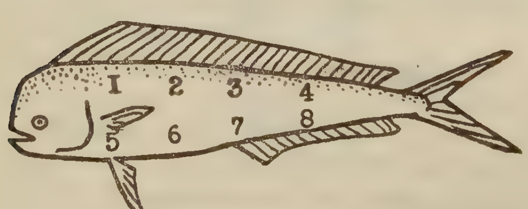


Fig. 2. Localities of muscle samples examined.

第2表から判ることはオキサワラ被検魚体7尾中明かに筋肉に放射能が認められるのはNo. 7 だけであり，その他の魚体に於ては僅かに存在するか，または存在しないものの如くである。骨（脊椎骨）に於ては更に放射能は低いものの如く，明かにその存在が認められるのは1尾もない。之に対しエラ，皮，胃及び生殖巣に於ては殆どすべての個体に放射能が認められ，一般に肝臓の放射能強度が最も大きい。胃内容

Table 2. Radioactivity of ashed tissue of "Okisawara" (*Cybiidae sp.*).

Tissue	Specimen						
	No. 1 (Date counted, June 13)	No. 2 (Date counted, June 15)	No. 3 (Date counted, June 14, 15)	No. 4 (Date counted, June 17)	No. 5 (Date counted, June 19)	No. 6 (Date counted, June 23)	No. 7 (Date counted, June 7–13)
Muscle	−2±3* c.p.m.	9±3 c.p.m.	6±3 c.p.m.	8±3 c.p.m.	−4±3 c.p.m.	−4±3 c.p.m.	13±3 c.p.m.
Gill	14±3	23±3	7±3	—	−3±3	6±3	16±3
Skin	43±3	22±3	19±3	12±3	28±3	11±3	21±3
Stomach	57±4	58±4	33±3	3±3	22±3	22±3	59±4
Liver	805±9	488±7	125±4	14±3	9±3	101±4	354±6
Gonad	26±3	30±3	16±3	1±3	6±3	5±3	40±3
Bone	6±3	5±3	−5±3	1±3	1±3	1±3	−1±3
Stomach content	1±3	123±4	59±3	6±3	4±3	—	373±7

* Calculated counts from the curve of ashed sample in Fig. 1.

Table 3. Radioactivity of ashed tissue of dolphin (*Coryphaend hippurus*).

Tissue	Specimen					
	No. 8 (Date counted, June 9—18)	No. 9 (Date counted, June 16, 17)	No. 10 (Date counted, June 19)	No. 11 (Date counted, June 25)	No. 12 (Date counted, July 6, 7)	No. 13 (Date counted, July 8, 9)
Muscle	37± 3 c.p.m.	58± 3 c.p.m.	15± 3 c.p.m.	— c.p.m.	20± 3 c.p.m.	11± 3 c.p.m.
Gill	67± 3	30± 3	14± 3	45± 3	20± 3	2± 3
Skin	29± 3	39± 3	12± 3	—	16± 3	5± 3
Stomatch	105± 3	231± 5	74± 4	196± 5	125± 5	10± 3
Liver	1,068±11	1,162±11	—	491± 8	1,209±12	43± 3
Gonad	78± 4	119± 4*	50± 3	323± 6	122± 5*	23± 3
Bone	7± 3	18± 3	3± 3	—	20± 3	3± 2
Stomach content	49± 3	14± 3	7± 3	30± 3	9± 3	3± 2
Pyloric coeca	229± 6	364± 7	108± 3	280± 6	156± 5	18± 3
Gall bladder	1,074± 11*	733± 9*	247± 6*	1,854±14*	952±10*	30± 3*
Heart	837± 9*	1,516±13*	439± 7*	1,379±12	518± 3	15± 3*
Intestine	74± 4	259± 6	107± 4	156± 5	69± 4	8± 3

* Calculated counts from the curve of ashed sample in Fig. 1.

Table 4. Distribution of radioactivity in various localities of muscle and other tissues of dolphin (Specimen, No. 11).

Tissue	Locality	Side of body	Radioactivity (c. p. m.)	Date of counting
Muscle	1 *	Left	33±3	June 20
	2 *	〃	45±3	〃
	3 *	〃	33±3	〃
	4 *	〃	66±4	〃
	5 *	〃	51±3	〃
	6 *	〃	—	〃
	7 *	〃	39±3	〃
	8 *	〃	34±3	〃
	1 *	Right	24±3	〃
	2 *	〃	33±3	〃
	3 *	〃	42±3	〃
	4 *	〃	41±3	〃
	5 *	〃	39±3	〃
	6 *	〃	40±3	〃
	7 *	〃	33±3	〃
	8 *	〃	34±3	〃
Skin	Anterior part	Left	32±3	June 26
	Posterior part	〃	20±3	〃
	Anterior part	Right	33±3	〃
	Posterior part	〃	29±3	〃
Vertebral column	Anterior part		6±3	〃
cut off neural spine	Posterior part		7±3	〃
Neural spine	Anterior part		17±3	〃
	Posterior part		4±3	〃
Dark muscle		Left	187±5	June 20
		Right	133±4	〃
Fin	Dorsal fin		12±3	June 26
	Anal fin		9±3	〃
	Caudal fin		8±3	〃

* See Fig. 2.

物の放射能は個体によつて相当の相異があり，組織の放射能との間には相関が認められない。シイラの場合（第3表）は，被検魚体すべてに於て，筋肉に放射能が認められるも，その強度は他の組織に比べ骨に次いで小さく，エラ及び皮は筋肉に次いで高く，肝臓，胆嚢及び心臓は最も高い。その中間にあるのが胃，生殖巣及び幽門垂であつて，胃内容物は一般的に差程その放射能が高くなく，また個体に於ける放射能強度の変動はナキサワラの場合よりも小さい（例えば No. 8 と No. 13 参照）。次に部位を異にした組織の放射能強度をシイラについて調べた結果（第4表）によると，筋肉及び皮の放射能は部位によつて相異がなく，骨の場合は棘状突起を除いた背椎骨も共に筋肉及び皮に比べてその放射能は低いものの如く，また部位によつての相異は認め難い。ヒレは背ビレ，尻ビレ及び尾ビレについてその放射能を調べたが，その強度は骨と大差がなかつた。なお魚体の左右による放射能強度の相異を筋肉，皮及び血合肉について調べたが何れも相異が認められなかつた。

メバチ，キハダ及びビンナガ各組織の放射能

調べたメバチは日東丸が漁獲したもので，その漁獲物（マグロ類 11 トン，ザメ類 7.5 トン）中放射能検査の結果廃棄処分に附されたメバチ4尾（最低 120 cpm，最高 494 cpm）のうちの2尾であり，キハダは第

Table 5. Radioactivity of ashed tissue of big eyed tuna (*Parathunnus sibi*).

Tissue	Specimen	
	No. 14 (Date counted, July 2—20)	No. 5 (Date counted, July 2—20)
Muscle above pectoral fin	11±3 c.p.m.	7± 3 c.p.m.
Muscle under pectoral fin	14±3	7± 3
Muscle under second dorsal fin	8±3	10± 3
Muscle above anal fin	8±3	6± 3
Skin above pectoral fin	1±3	3± 3
Skin under second dorsal fin	4±3	4± 3
Dark muscle	20±3	66± 3
Gonad	40±3*	—
Kidney	147±5	812±10

* Calculated counts from the curve of ashed sample in Fig. 1.

Table 6. Radioactivity of ashed tissue of yellow-fin tuna (*Neothunnus macropterus*).

Tissue	Specimen	
	No. 16 (Date counted, July 20—22)	No. 17 (Date counted, July 22—24)
Muscle above pectoral fin	25± 3 c.p.m.	15± 3* c.p.m.
Muscle under pectoral fin	24± 3	18± 3
Muscle under second dorsal fin	20± 3	28± 3
Muscle above anal fin	29± 3	16± 3
Muscle around kidney	34± 3	22± 3
Surface layer of dark muscle	142± 5	94± 4
Deep layer of dark muscle	165± 5	93± 4
Vertebral column	1± 3	7± 3
Opercle	29± 3	24± 3
Kidney	3,372±34	1,933±26

* Calculated counts from the curve of ashed sample in Fig. 1.

Table 7. Radioactivity of ashed tissue of albacore (*Germo germo*).

Titssue	Radioactivity (c.p.m.)	Tissue	Radioactivity (c.p.m.)
Muscle	58± 3	Liver	2,522±16
Skin	7± 3	Pyloric coeca	1,376±12
Dark muscle	209± 5	Gall bladder	9,984±65*
Kidney	4,488±30	Stomach content	220± 6
Opercle	4± 2	Stomach	1,194±12
Eye	15± 3	Gonad	710± 9
Clavicle	8± 3	Intestine content	411± 7
Gill	101± 4	Intestine	1,814±14
Heart	1,252±12		

* Calculated from the curve of ashed sample in Fig. 1.

Specimen, No. 25; date counted, Aug. 28～31.

2十勝丸が獲つたもので，漁獲物（マグロ類 24 トン，サメ類3.7 トン）中廃棄されたキハダ2尾であり，No. 16 は 371 cpm，No. 17 は 216 cpm あつたもので，またビンナガは第5油津丸の漁獲物で 1,704 cpm あつたものである。メバチ及びキハダは内臓が除去されていたため，多くの組織についてその放射能を調べ

ることができなかつた。放射能の計測結果は第5，第6表の如くである。またビンナガは胃内容物及び腸内容物を含めて 17 組織について放射能を調べた（第7表）。

メバチの場合，第5表から判る如く，シイラと同様に筋肉及び皮に於ては部位の相異による放射能強度に大小なく，且つ血合肉は明かに普通肉に比べて高い放射能を有していた。更に血合肉の放射能強度の大きいものはまた腎臓の放射能も高い。キハダに於てもメバチと同様，筋肉の部位による放射能の相異は認められず，また血合肉は深部血合も表面血合もその放射能強度に相異がないものの如くである。骨に於ては脊椎骨より顎骨の方が明かに放射能強度が大であつた。ビンナガの場合は一例でその放射能は相当高いものであつたが，筋肉にも可成りの放射能が認められ，その強度は皮，骨及び眼球より大きく，血合肉，エラ及び生殖巣より小さかつた。また腎臓，心臓，肝臓，幽門垂，胃及び腸の放射能強度は極めて大きく，胃及び腸内容物はその内容物を含む夫れ夫れの組織（胃及び腸）に比べ放射能が低かつた。

普通肉及び血合肉の放射能

血合肉のの放射能が普通肉に比べて高いことはシイラ（第4表），メバチ（第5表）キハダ（第6表），及びビンナガ（第7表）の6魚体について明かであるが，マグロ類が生食される場合，場合によつては血合肉も混入されるため，更にこの関係が他の魚体についても云い得るか否かを明かにするために，被検材料としては第5池津丸の放射能汚染魚，クロカワ，ビンナガ及びキハダの7魚体を選び，普通肉及び血合肉の放射能強度を調べ，第8表の如き結果を得た。なお比較のために幾つかの魚体に於ては肝臓，腎臓及び心臓の放射能を調べた。

Table 8. Comparison of counts in ordinary and dark muscles of various radioactive fishes.

Tissue	Specimen			
	No. 18(Date counted, Aug. 6)	No. 19(Date counted, Aug. 4)	No. 21(Date counted, Aug. 4)	No. 22(Date counted, Aug. 4)
Ordinary muscle	14±3 c.p.m.	8±3 c.p.m.	7± 3c.p.m.	17± 3c.p.m.
Dark muscle	48±4	13±3	51± 5	51± 4
Liver	—	15±3	758±13	1,277±11
Kidney	578±9	5±3	—	—
Heart	—	—	175± 7	219± 6

Tissue	Specimen		
	No. 23(Date counted, Aug. 4)	No. 24(Date counted, Aug. 28)	No. 25(Date counted, Aug. 30, 31)
Ordinary muscle	28±3 c.p.m.	5±3 c.p.m.	62± 4 c.p.m.
Dark muscle	261±6	48±4	876±10
Liver	—	—	—
Kidney	—	—	—
Heart	—	—	—

第8表の結果から之等すべての魚体に於て血合肉の放射能は普通肉に比べて高く，且つ No. 19 を除き肝臓，腎臓及び心臓の放射能強度が普通肉及び血合肉に比較して大きいことが判る。

考　　察

東経 128 度から 162 度，北緯3度から 33 度に亘る5つの地点に於て 1954 年4月 25 日より7月7日までの間に漁獲された放射能汚染マグロその他の魚の放射能強度を組織について調べ，一般的に云つて，肝臓，腎臓，胆嚢及び心臓（血液を含む）が最も大きく，幽門垂，胃，腸及び生殖巣が之に次ぎ，皮，骨及び筋肉の放射能は最も低いことが判つた。しかしながら放射能強度の小さな魚にあつてはこの傾向は明瞭ではなく（No. 4 及び No. 5 のオキサワラ，No. 13 のシイラ），またこの強度順位は魚種によつて多少異る。例えばシイラの場合最も放射能強度の大きな組織は肝臓，胆嚢及び心臓であるが，ビンナガ（第7表）では胆

嚢、腎臓、肝臓及び腸が最も大で，心臓は幽門垂の次となつている。

胃内容物の放射能を調べた魚体は僅かオキサワラとシイラの 13 尾であるが，之等の組織の放射能強度の大小と胃内容物との間の関係は，胃内容物の放射能の高いもの必ずしも組織の放射能強度が大きくなつていない。魚の放射能汚染経路という点から見て，このことは必ずしもいわゆる食餌汚染を否定するものではないが，海水魚は生活環境に適応する生理機構としての滲透的独立性を有しているから，その独立性によつて海水中の放射性塩類が直接魚体内にとり入れられる可能性は考慮する必要があろう。

各組織に於ける放射能強度の計測結果よりマグロその他の魚の筋肉に於ける放射能は他の組織に比べ極めて弱いことが判るが，その強さは部位によつて差程変動がないことがシイラ，メバチ及びキハダの結果よりして明かである（第4，第5及び第6表)。また血合肉の放射能強度が普通肉に比べて数倍乃至は十数倍大きいことは第4～第8表の結果より明かであり，このことは血合肉もまた可食される可能性から注目すべきことである。

以上の結果は灰化した試料についての計測結果であるから，この結果を直ちに White Oak Lake 及び Clinch River[1]，Bikini その他の環礁[2] 並にビキニ海域[3] の放射能汚染魚の結果と比較することはできない。と云うのは之等汚染魚に於ては夫々計測方法が異るからである。Kncbf の結果から明かな様に淡水魚の骨と肉とでは沈着している放射性同位元素は質的に異るものであるが，いま放射能汚染魚に単一の放射性同位元素が沈着しているか，または幾つかの放射性同位元素が一定比率で沈着しているとすると，20mg/cm^2 の灰化試料で放射能を計測する場合，その自己散乱乃至は自己吸収は一定である故，組織の灰分量から生試料 1g 当りの放射能強度の相対値が得られる。第9表は第7表のビンナガにつき胆嚢を 100 として計算して得た生試料の相対値である。なお灰化試料の胆嚢を 100 とした値も比較のため併せて表に記した。この表から明かな如く，灰化試料と生試料の値は可成り異り，しかも灰分量の相異によりその放射能強度の順位も大巾に異るものがある（例えば腸内容物の如き)。

Table 9. Relative value of radioactivity in wet and ashed tissues of albacore (Specimen, No. 25).

Tissue	Relative value of radioactivity	
	Ashed tissue	Wet tissue
Gall bladder	100	100
Kidney	50	30
Liver	25	16
Intestine	18	8.5
Pyloric coeca	14	14
Heart	13	6.0
Stomach	12	4.7
Gonad	7.1	6.3
Intestine content	4.1	32
Stomach content	2.2	4.8
Dark muscle	2.1	1.5
Gill	1.0	0.5
Muscle	0.6	0.3
Eye	0.2	0.4
Clavicle	0.08	0.1
Skin	0.07	0.07
Opercle	0.04	0.7

終りに臨み本研究を遂行するに当り，多大の便宜を供与された蚕糸試験場横山場長，清水化学部長，森技官並に鞭撻を賜つた東海区水産研究所源生所長に対し深謝の意を表する。又，計測に当つて助力された石井房枝氏に感謝する。なお，本研究経費の一部は厚生省よりの放射能被害調査研究費によつた。記して謝意を表わす。

文　献

1) Kncbf, V. 1. : *Studies of radioactivity in fish from White Oak Lake and the Clinch River*, ORIVL—1031, July 9(1951).

2) Applied Fisheries Laboratory, Univ. of Washington : *Radiobiological survey of Bikini, Eniwetok, and Likiep Atolls*, AECD—3446, July 12 (1950).

3) 水産庁：ビキニ海域調査，未発表

放射能汚染魚に関する研究—II. 放射定性分析結果について

山田金次郎・戸沢晴已・天野慶之・高瀬 明
（東海区水産研究所） （国立公衆衛生院）

Studies on the Radioactivity in Certain Pelagic Fish—II. Group Separation of Radioactive Elements in Fish Tissues

Kinjiro YAMADA, Harumi TOZAWA, Keishi AMANO and Akira TAKASE

Group separation of radioactive elements in the individual tissue was carried out for several kinds of fish which had been rejected as highly radiologically contaminated at the time of landing. It has proved that the major part of radioactive elements contained in the tissues is represented by the Group III, which can be precipitated by H_2S in ammonia alkaline solution.

Because of the rare appearance of Group III-B in the sea water taken from contaminated zone near to Bikini Atoll, which has been already ascertained by the research members of "Shukotsu-Maru", the presence of this type of elements (Group III-B) is quite characteristic for the contamination of these pelagic fish.

In certain tissues examined, however, radioactivity was detected for both Group II and IV ; the former is a fraction which can be precipitated with H_2S in HCl solution and the latter can be obtained by addition of H_2SO_4 and alchohol to the solution, from which the Group II was previously removed. Study on the radioactive substances belonging to these two groups is now in progress.

緒　　言

第1報に於ては遠洋マグロ漁船によつて漁獲された 25 尾の放射能汚染魚につき各組織の放射能強度を調べ，その強度は魚種，個体によつて多少異るも，肝臓，腎臓，胆嚢及び心臓が最も大きく，幽門垂，胃，腸及び生殖巣が之に次ぎ，皮，骨及び筋肉にも僅かながら放射能が認められ，且つ筋肉の放射能は血合肉よりも明かに低く，また部位によつて差程変動がないことを明かにした。この報告に於ては第1報に引き続き，之等の魚並びに 1954 年俊鶻丸がビキニ海域調査に於て採つたカツオ，クロカワの組織について放射定性分析を行つたのでその結果を報告する。

実験及び実験結果

実験に供した魚は第1報に於けるオキサワラ，シイラ，メバチ及びキハダと俊鶻丸が 1954 年ビキニ海域で漁獲したカツオ及びクロカワである。このカツオ及びクロカワは俊鶻丸が採取した魚のなかで最も放射能強度の大きな魚であり，供試オキサワラ及びシイラもまた組織の放射能の強い魚であつた。之等のうち，多くの組織につき分析を行つた魚はオキサワラ，シイラ及びカツオの計3尾であり，他の魚に於ては 2，3 の組織について分析を行つた。

放射定性分析法

魚体各組織を第1報の如く処理して得た灰化試料について担体を用いる放射定性分析を行つた。最初分析法として普通分析法を使用し，灰化試料中に含まれる金属中第1属及び第2属を夫々塩化物，硫化物として分離した後，第3属をアンモニア・アルカリ性で硫化水素を通して落し，その濾液につき第4属を炭酸塩と

1954 年 1 月 29 日受理　東海区水産研究業績第 195 号（印刷費負担）

して第5属から分離した（方法 I）。しかし検体中には燐酸根が含まれるため，アルカリ及びアルカリ土類金属と第3属の金属の分離に於て，アルカリ土類金属及びマグネシウムが燐酸塩として第3属に共沈する恐れがあるので[1]，オキサワラ及びシイラ以外はこれを防ぐため，まずアルカリ土類金属を硫酸塩として分離した後，第3属の金属をアンモニア・アルカリ性で硫化水素を通して落した（方法 II）。オキサワラ及びシイラでも，アンモニア・アルカリ性としたとき，可成り沈澱が認められる試料は方法IIを使用し，沈澱の少いものは方法Iで放射性元素の分属を行つた。カツオに於てはすべて方法IIの分析法を使用したのであるが，第3属は更に之を2つに分け，アンモニア・アルカリ性で沈澱する亜属（第3属A）と硫化アンモンで沈澱する亜属（第3属B）とにした。

しかし何れの方法によつても第3，第4属の分属は完全にいかない。オキサワラ（No. 2）骨灰に Ca^{45} を添加し，方法I及び II の2つの方法によつて分属を行うと，方法Iでは第 3 属に可成りの放射能が落ち（第1属 5 cpm，第2属0 cpm，第3属 302 cpm，第4属69 cpm，第6属19 cpm），方法IIでは総ての Ca^{45} が第4属に来る（第1属 0 cpm，第2属 4 cpm，第3属 3 cpm，第4属 658 cpm，第5属 0 cpm）。したがつて方法Iによつた試料では第3属にニッケル，鉄，アルミニウム，稀土類，ジルコニウム等の金属以外に大部分のアルカリ土類が来，一部のアルカリ土類が第4属に行くものと思われる。之に対し方法IIでは方法Iで第3属に来るセリウムの如き金属が第4属に行く。と云うのはシイラ（No. 10）筋肉灰に Ce^{144} を加え，方法IIによつて分属を行うと Ce^{144} は総て第4属に行くからである（第1属 16 cpm，第2属 5cpm，第3属 3cpm，第4属 337 cpm，第5属 4 cpm）。しかし Zn^{65} は殆ど第3属に落ちる（第1属 4 cpm，第2属 0 cpm，第3属 1,590 cpm，第4属 15 cpm，第5属 64 cpm）。

方法I及びIIは共にアルカリ土類金属の分離以外その操作が全く同じであるため，こゝに於ては操作の詳細を方法IIについて述べることとする。まず灰化試料 0.1 g（試料量の不足のものについてはそれ以下）を秤取し，3 N 塩酸 20 滴を加え，加温して塩酸可溶性成分を溶解後，蒸発乾固する。乾固した検体に蒸溜水約 4 cc と 3 N 塩酸 1～2 滴を加え，最早や検体が溶解しないことを確めた後，冷却し濾過する。沈澱は稀塩酸（水 4 cc に対し濃塩酸1滴）で3回洗い，濾液は第2属以下の分属を行う。沈澱は更に約 1 cc の 50% アルコール及びアセトンで各1回洗つた後，沈澱を濾紙と共に，直径 2.5 cm のステンレス製の試料皿にとり，Mica window より 16 mm の距離で Geiger-Mueller counter（科研 32 型 Radiation counter）で放射能強度を計測する。なお検体が完全に塩酸で溶解する場合は担体として Ag イオン 1 mg を添加する。第1属を分離した濾液は担体として Cu イオン 1 mg を加え，6 N アンモニアで中和した後，6 N 塩酸 10 滴を加えて酸性となし，全量を約 10 cc とする（最終塩酸濃度約 0.3 N）。加熱後硫化水素を 1～2 分通し，生ずる沈澱を濾別し，硫化水素含有水で3回洗つた後，アルコール及びアセトンで沈澱を処理し，その沈澱について第2属の放射能を計測する。第2属を分離した濾液は更に加熱して硫化水素を駆逐し，濃硫酸 1 cc を加え，蒸発濃縮して水分を除く。之に水約 10 cc を加え，冷却後アルコール約 30 cc を添加する。生ずる沈澱を濾過し，アルコールで数回洗つた後アセトン処理を行う。第4属を除いた濾液は之を加熱し，アルコールを駆逐し，水を加えて容量を 5～10 cc とする。更に 3 M 塩化アンモニア 1 cc を添加した後，6 N アンモニアで僅かにアルカリ性となし，硫化水素を3分間通す。沈澱を完全にするため更に加温した後，10 分間放置し，沈澱を濾別する。第3属の沈澱を除いた濾液は試料皿中で濃縮乾固し，このものについて第5属の放射能を計測する。

オキサワラ及びシイラに於ける分属

第1報の組織の放射能を調べた結果に基き，組織に於ける強度の大きな魚（No. 2 及び No. 8）について放射定性分析を行つた。得られた結果は第1表及び第2表の如くである。

第1表はオキサワラの分属結果であり，筋肉，胃及び肝臓は方法Iの分析法により，他の組織の分属は方法IIによつて調べたものである。第1報の第2表から判る如く，之等の組織は筋肉，骨を別としても或程度の放射能を有していたものである。しかし分属結果では肝臓，生殖巣，胃及び胃内容物を除き，その分属様相は差程明かでない。肝臓及び生殖巣に於ては第3属の放射能が高く，胃及び胃内容物では第4属の放射能強度が大きい。第1属は胃並に肝臓に於て可成りの放射能が認められるが，第2，第5属の放射能はどの組織に於ても殆ど認めることができなかつた。第2表はシイラの分属結果であり，方法Iによつた組織は筋肉，

Table 1. Group separation of radioisotopes contained in various tissues of "Okisawara" (Specimen, No. 2).

Tissue	Radioactivity (c.p.m.)					Date of counting
	Group I	Group II	Group III	Group IV	Group V	
Muscle*	1±2	5±2	1±2	0±2	0±2	Aug. 12
Gill	2±2	0±2	8±2	−1±2	2±2	〃 11
Skin	3±2	4±2	2±2	11±2	−2±2	〃 9
Stomach*	16±3	2±2	−2±2	16±3	2±2	〃 12
Liver*	59±3	3±2	293±6	2±2	0±2	〃 12
Gonad	4±2	2±2	16±3	−1±2	5±2	〃 12
Stomach content	2±2	1±2	9±3	44±3	3±2	〃 12

* The analysis of marked tissues proceeded upon the method-I by which the alkaline earths were precipitated as carbonates after the separation of the metals of group III, and the others were treated with the method-II, which precipitated the alkaline earths as sulfates.

Table 2. Group separation of radioisotopes contained in various tissues of dolphin (Specimen, No. 8).

Tissue	Radioactivity (c.p.m.)					Date of counting
	Group I	Group II	Group III	Group IV	Group V	
Muscle*	2±2	6±2	29±3	0±2	1±3	July 13
Gill	−1±3	3±2	51±3	−2±3	2±3	〃 24
Skin	9±3	−2±4	25±4	6±4	1±4	〃 26
Stomach*	4±3	−2±3	89±4	1±3	−1±3	〃 20
Liver*	185±5	2±3	419±10	7±3	3±3	〃 23
Gonad	54±3	0±3	19±4	4±4	2±4	〃 26
Bone	−1±3	1±3	5±3	0±3	2±3	〃 22
Stomach content	4±4	−2±4	15±4	16±4	1±4	〃 26
Pyloric coeca*	5±2	0±2	139±5	3±2	−1±2	〃 22
Gall bladder	275±8	−4±4	49±5	113±6	−2±4	〃 26
Heart	13±4	1±4	193±5	1±4	0±4	〃 26
Intestine	9±4	−4±4	2±4	19±4	0±4	〃 26

胃肝臓及び幽門垂であり，他は方法IIによつた。骨及び腸を除き総ての組織に於て方法の如何に拘らず第3属に放射能が認められ，胃内容物，胆嚢及び腸に於ては第4属に可成り放射能が来る。第2属の放射能が殆ど認められないのはオキサワラと同様である。

カツオに於ける分属

実験に使用したカツオは俊鶻丸がビキニ海域で採取した魚(6月19日漁獲; 漁獲地点15°03′N, 163°15′E; 魚体番号26)であり，その魚体の放射能強度は距離1cm，科研 Radiation counter で7,100 cpm（6月19日計測）のものであり，生肉1gは160 cpm（6月19日計測）あつたものである。この放射能汚染カツオにつき組織に含まれる放射性元素の分属を行つた結果は第3表の如くである。

この表からオキサワラ及びシイラと同様第3属の放射能が極めて高く，また筋肉，血合肉，幽門垂，生殖巣，心臓，胃，肝臓及び腸の第4属と幽門垂，胃及び腎臓の第2属にも可成りの放射能が見出される。第3属の放射能は2つの亜属A及びBに共に出ているが，このうち腎臓の第3属A（1,325 cpm）を稀塩酸に溶かし，担体として Fe, Ce 及び Zn イオンを加えて再沈を行い，更にA，B両区分に分けたところ，A区

Table 3. Group separation of radioisotopes contained in various tissues of skipjack (*Euthynnus pelamys*).

Tissue	Radioactivity (c. p. m.) Group I	Group II	Group III A	Group III B	Group IV	Group V	Date of counting
Muscle	14±3	3±2	300±6		83±4	−2±2	Aug. 26
Dark muscle	17±3	6±2	502±11		240±8	11±4	Sept. 29
Pyloric coeca	362±10	2,710±24	34,235±130		23,179±116	16±3	Aug. 30
Gonad	9±3	5±3	863±10		447±7	5±3	〃 30
Heart	35±6	7±3	2,820±32		859±18	6±3	Sept. 2
Spleen	97±4	1±2	630±14		2±2	−4±2	Oct. 26
Stomach	232±8	67±5	764±17	2,015±32	2,506±36	−2±3	Nov. 11
Kidney	232±8	1,027±23	1,325±26	1,493±23	38±5	−5±4	〃 11
Liver	315±9	52±5	5,390±74	5,837±77	191±7	16±4	〃 15
Intestine	88±6	34±4	208±7	202±7	190±7	3±3	〃 16
Gill filament	6±3	4±3	47±4	20±4	6±3	−3±3	〃 30
Gill arch	7±3	−3±3	23±4	88±5	10±3	——	〃 30
Skin	−1±3	9±3	55±5	288±8	6±4	2±3	Dec. 14
Bone	2±3	4±3	10±4	9±4	2±3	−3±3	〃 14

分に 413 cpm，B 区分に 376 cpm と云う値が得られた。これは恐らく第3属 A の沈澱で水酸化鉄が他のイオンを吸着するため，B に行くべきイオンを吸着して共沈したものと思われる。これからすると再沈を行わない場合の第3属Bの値は実際の値よりも大部低くなろう。

メバチに於ける分属

第1報に於ける No. 15 のメバチ，No. 16 のキハダの筋肉，血合肉，腎臓，更に No. 11 のシイラ筋肉，No. 9 のシイラ肝臓及び俊鶻丸の採つたクロカワ（魚体番号 98）肝臓について分属を行つた結果は第4表の如くである。

Table 4. Group separation of radioisotopes contained in various tissues of some fishes.

Specimen number	Species of fish	Tissue	Radioactivity (c.p.m.) Group I	Group II	Group III	Group IV	Group V	Date of counting
15	Big eyed tuna	Muscle	0±2	2±2	9±2	−1±2	3±2	Aug. 18
		Dark muscle	8±2	0±2	35±3	5±3	3±2	〃 19
		Kidney	164±5	2±2	412±7	9±2	−1±2	〃 19
16	Yellow-fin tuna	Muscle	1±2	−5±2	8±2	−3±2	2±2	〃 24
		Dark muscle (deep layer)	14±3	−1±2	101±4	−4±2	2±3	〃 23
		Kidney	60±4	1±2	2,062±21	−2±2	1±2	〃 23
11	Dolphin	Muscle	−3±2	−4±2	31±3	−1±2	5±2	July 2
9	〃	Liver	71±4	5±2	771±13	−3±2	−2±2	June 30
	Black marlin	〃	287±6	412±7	3,819±44	18±3	43±3	July 13

この表からして，之等の試料は第3属の放射能が高く，これに対し第4属の放射能は殆ど試められないことが判る。更にクロカワに於ては第2属に多少の放射能が認められたが，他の試料では殆ど認めることができなかつた。

考　　察

以上の結果から見るに，最も特徴的なことは第3属の放射能の値が特に大きいことである。分析方法の項

で述べた様に，我々の用いた方法による第3，第4属の分属は充分でない。しかし方法Ⅱによるときはすべての第3属とは云い得ないにしても，セリウムの如き放射性元素を除いた第3属の値は得られる筈であり，この方法による値に於ても，少数の試料を除くの他，他の属の値より大になつていることから，放射能汚染魚の組織に含まれる放射性元素として第3属の元素が多いと云い得よう。

この結果は福龍丸から採取された灰[2]，ビキニ近海の海水[3]及び汚染農作物[4,5]の放射定性分析結果と一見同一傾向を示す如くであるが，之等のものは第3属中Aの放射能が極めて高く，Bは殆ど認められない。これに反し，汚染魚に於ては，カツオ各組織の分属結果（第3表）から明かな如く，第3属Bにも放射能が認められ，しかもカツオ腎臓の第3属についての我々の実験及び森・佐伯の報告[6]，河端・三浦の報告[6]からして，Bに属する放射性元素の方がむしろAに属するものより多いと思われることは注目すべき事柄であろう。このことはまた生物が汚染海水中に於て種々の放射性元素のうち特定のものを撰択的に吸収すると云う推定に対する有力な裏づけとなるとも考えられる。

第1属の放射能は組織によつて可成り認められる。之は分析操作上，陽イオンとしての第1属金属以外に塩酸不溶性物質が含まれ，本来は試料を完全に溶解した検体につき分析を行うべきものである。また第5属の放射能は一般に低いが，之は第4属又は第3属を分離した濾液を濃縮，乾固したものであり，したがつて放射線の自己吸収が大きく，実際の放射能強度は大きくとも見掛け上余程低く出て来よう。よつて分析上の操作から云えば第5属も検体を更に灰化して自己吸収を極力さけ計測するのが好ましい。しかしこの研究は迅速に魚体組織中に含まれる放射性元素の質的相異を明かにすることを目的としたため，之等の点を犠牲にせざるを得なかつた。

第2属の放射能はカツオの幽門垂及び腎臓に可成り認められるが，余りにも例数が少いので今後の検討をまたねば何とも云えない。第4属の放射能は可成りの試料について認められるが，方法Ⅱによるときは少くともセリウムがこの属に混入して来るから，第4属に放射能が認められると云つて直ちにアルカリ土類の存在を推定することは困難である。この属は人体に対する許容量から云つて最も危険な Sr^{90} を含むものであるので，今後なお綿密な分析を行うべく実験継続中である。

以上の点から魚の組織によつては，含有する放射性元素が多かれ少なかれ異ることが考えられる。このことは，放射能が弱い試料で充分でないが，シイラ（No. 8）組織の吸収曲線(第1図，アルミニウム箔使用)からも或る程度推定できる。組織に含まれている放射性元素が何であるかについては，何分放射能強度が小さいため，その決定には多大の労力と時間を要し容易でないが，筋肉を主として目下検討中である。

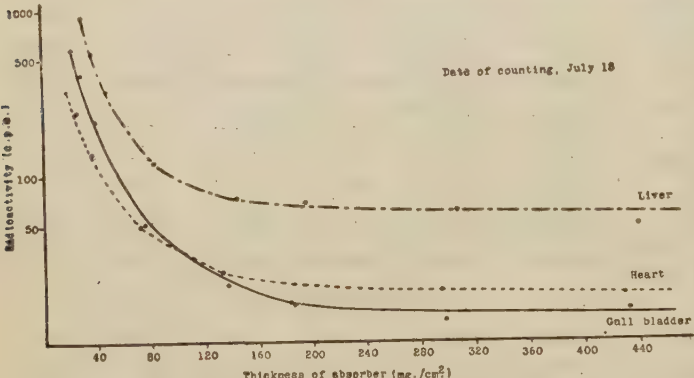


Fig. 1. Absorption curve of ashed tissues of a dolphin (Specimen, No. 8).

終りに臨み分析方法について討論して頂いた予防衛生研究所河端俊治技官，東京大学講師佐伯誠道氏，また本研究を遂行するに当り多大の便宜を供与された蚕糸試験場横山場長，清水化学部長，森技官に深謝の意を表すると共に，本研究の一部分析は東海区水産研究所尾藤方通技官及び罐詰協会研究部田中昭二氏の労をわずらわしたことを附記する。なお本研究経費の一部は，厚生省よりの放射能被害調査研究費によつた。記して謝意を表わす。

文　献

1) Treadwell, F. P. & Hall, W. S. : *Analtical Chemistry*, 7 th Ed., Vol. 1, p. 250 (1937).
2) 木村健二郎・南英一他 15 氏 : 分析化学，3，335 (1954).
3) 杉浦吉雄 : 自然，9，15 (1954).
4) 農業技術研究所化学部放射能班編 : ビキニ水爆実験に伴う農作物の放射能汚染に関する資料(その1) 7 月 10日 (1954).
5) 江川友治・自然，9，56 (1954).
6) 日本水産学会，関東支部 11 月例会発表。

放射能汚染魚に関する研究—Ⅲ. Zn^{65} の確認について

山田金次郎・戸沢晴己・天野慶之・高瀬明
(東海区水産研究所) (国立公衆衛生院)

Studies on the Radioactivity in Certain Pelagic Fish——Ⅲ. Separation and Confirmation of Zn^{65} in the Muscle Tissue of a Skipjack

Kinjiro YAMADA, Harumi TOZAWA, Keishi AMANO, and Akira TAKASE

Ashed sample of the muscle tissue of skipjack, which was caught by "Shunkotsu-Maru" on June 19th near Bikini Atoll was used for the present study. Ion exchanger method, using Dowex 50, was applied to separate radioactive elements with 0.2 N HCl, 0.5 % oxalic acid and 5 % ammonium citrate (pH 3.53, 4.18, 4.60, 5.02, 5.63 and 6.42) as the eluents. Elution curve of the ashed muscle is shown in Fig. 1.

Appreciable amounts of cathionic radioactive elements were separated by 0.5 % oxalic and by 5 % ammonium citrate at the pH of 4.18 and also anionic radioactive elements were obtained by 0.2 N HCl. As the fraction, which can be withdrawn by ammonium citrate at pH 4.18, was proved the most active; further analysis was undertaken according to the scheme cited in Figs. 2 and 5. In addition to these chemical separation, absorption curve of this specimen with tin foil was examined simultaneously (Fig. 3) and thus the radioactive Zn^{65} was confirmed to be present in the fish muscle.

Although it was difficult to detect radioactivity in rare-earth and alkaline-earth groups in the muscle tissue, attempts are being made for more precise examination.

緒　言

第2報に於て，南方水域で漁獲された放射能汚染魚中オキワラ及びシイラ，並に俊鶻丸がビキニ海域調査に於て採取した放射能汚染カツオその他の魚の組織について担体を用いる放射定性分析を行い，その分属結果から之等放射能汚染魚組織中には第3属に属する放射性元素が可成り存在し，しかも第3属Bに属する元素が含まれていることを明かにした。しかし之等の組織に含まれている放射性元素を，一つ一つの組織について分離，決定して行くことは，多くの組織に於てその放射能が低く，分析に多大の労力と時間を要し，実際上不可能であるので，組織に含まれる放射性元素の分離決定については利用価値上最も重要な組織，則ち筋肉について分析を行うこととした。すでに第1報に於て報告した如く，筋肉の放射能は他の組織に比べて低く，魚によつては殆ど放射能が認められないものがあるため，本報告では俊鶻丸が採取した放射能汚染魚中最も放射能強度の大きなカツオ（魚体番号 26 ）の筋肉について分析を行うこととし，カツオ筋肉中に Zn^{65} が存在することを確認したので，その結果をここに報告する。

実験及び実験結果

カツオ筋肉に含まれる放射性元素のイオン交換樹脂による分離

カツオ筋肉を約 500°C で灰化し，その灰1gを 0.2N 塩酸で溶解，濾過して濾液を 100 cc としたものを試料液とした（溶液 2 cc 当りの放射能は 95 cpm）。次にこの試料液を予め HR 型とした陽イオン交換樹脂 Dowex 50 (20～50 メッシュ) 50 g を詰めた樹脂柱（φ9 mm ×61 cm）に通して陽イオンを吸着させた

1955年1月29日受理　東海区水産研究所業績B第196号（印刷費負担）

後，木村等[1]の方法に基いてまず樹脂を 0.2 N 塩酸で洗つた後，0.5 %シユウ酸，5 %クエン酸アンモン（pH 3.53，4.18，4.60，5.02，5.63，6.42）の各種溶離液で順次溶離を行い，得られた溶出液を夫々 20 cc ずつに分割採取し，濃縮してステンレス製試料皿に移し，更に乾固して放射能を計測し（科研 32 型 Radiation counter，距離 16 mm），第1図の如き溶離曲線を得た。なお pH 6.42 のクエン酸アンモンで溶離を終つた後の樹脂を灰化し（灰分量，4.1 g），之をガラス皿（ϕ 43 mm）にとり，距離 24 mm で放射能を計測した結果は 7 cpm であつて，上記の処理によりカツオ筋肉中に含まれる殆どすべての放射性元素が溶離して来ることが判つた。

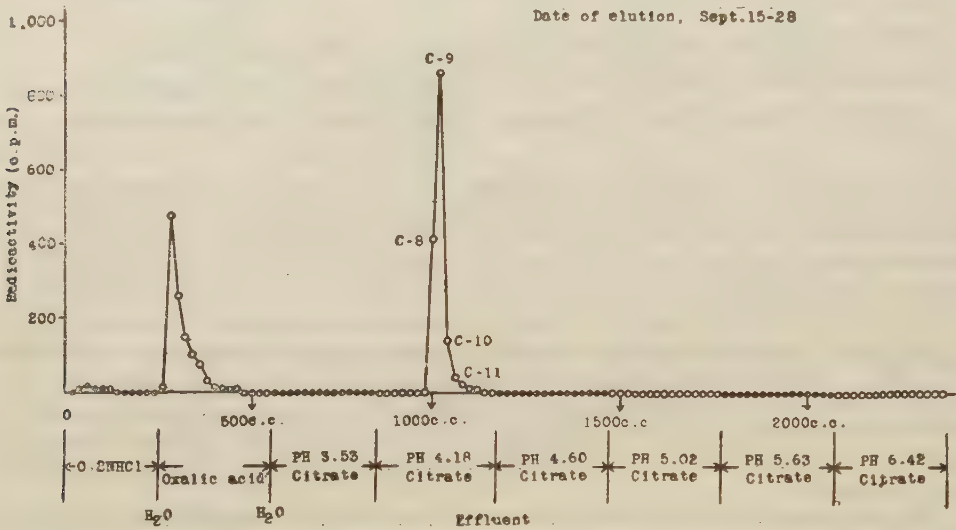


Fig. 1. Separation of radioisotopes contained in the muscle of skipjack by complex elution of ion exchange resin.

第1図よりカツオ筋肉中には 0.5%シユウ酸並に pH 4.18 クエン酸アンモンで溶離する陽イオンとしての放射性元素が存在する以外に，放射能的には僅少であるが 0.2N 塩酸で溶離する陰イオンとしての元素も含まれることが判る。

クエン酸アンモン溶離元素の同定

次にイオン交換樹脂によつて分離されたカツオ筋肉中の放射性元素の同定，確認を行うこととしたが，これよりさき岡野[2]はこの報告と同じカツオ筋肉灰を用い，Scintillation counter によるγ線分析から Zn^{65} の存在を推定したので，我々は pH 4.18 のクエン酸アンモン溶離元素がそれに相当するものと考え，以下述べる様に，この元素について放射定性分析による分属，吸収曲線の測定並にイオン交換樹脂による再溶離の3つの方法によつて主として放射化学的な立場から検討を行つた。

放射定性分析による分属： イオン交換樹脂により分離された pH 4.18 クエン酸アンモン溶離部分のうち，最も放射能の強いフラクションC－9を残して（吸収曲線測定のため）他のC－8，C－10 及びC－11 の各フラクションを合し，濃縮乾固した後，之を約 500°C で再び灰化し，この灰について第1属から第5属までの担体各 10 mg を加え放射定性分析を行つた結果は第2図の如くである。

第2図により，pH 4.18 クエン酸アンモン溶離部分中の3つのフラクションに存在する放射性元素は，すべて第3属に行き，さらに第3属中のアルミニウム亜属の亜鉛フラクションに行くことが判る。なおニツケル，鉄亜属，更にはアルミニウム・フラクションにも多少放射能が残るが，この程度は亜鉛フラクションに行く放射性元素の放射能による汚染と考えるのが妥当であろう。

吸収曲線の測定： 使用したフラクションは pH 4.18 クエン酸アンモン溶離部分のうち，最も放射能の強いフラクションC－9であり，之を濃縮乾固した後灰化したが，灰分量は 0.19 g であつて多量の夾雑物が混入していることを認めたので，之を稀塩酸に溶解した後，Zn イオン数 mg を加え，塩化アンモン添加

後，アンモニアでアルカリ性として夾雑物を除き，濾液に硫化水素を通して生ずる沈澱を遠心分離によつて集めて精製試料とした。この試料について錫箔を用いて吸収曲線を求め，之と別にオキサワラ（No. 5）の筋肉灰に Zn^{65} を添加した試料について同様にして求めた吸収曲線と比較すると第3図の如くなつた。

その結果から，pH 4.18 クエン酸アンモン溶離部分中のフラクションC—9に存在する放射性元素の吸収曲線は Zn^{65} のそれと極めてよく似ていることが判る。

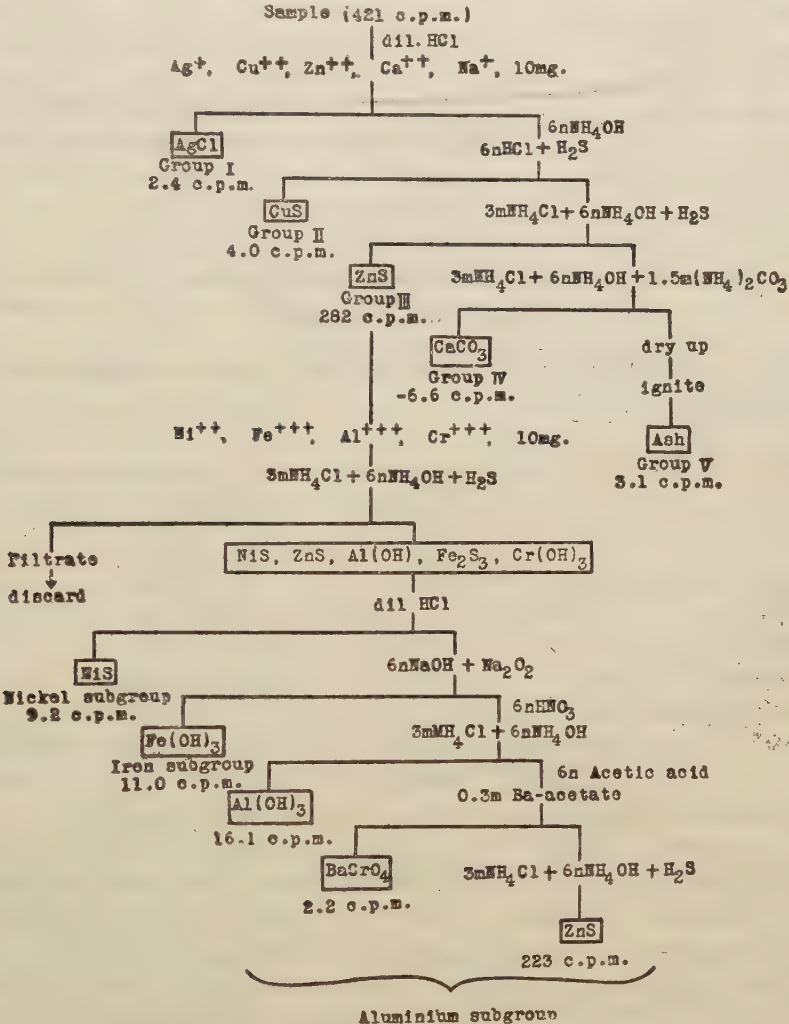


Fig. 2. Group separation of radioisotope eluted by ammonium citrate (pH 4.18). Date of analysis, Oct. 13 ~ Nov. 11.

イオン交換樹脂による再溶離： 再溶離により pH 4.18 クエン酸アンモン溶離部分の検討を行う前に，Zn^{65} がクエン酸アンモンのどの pH で最も良く溶離するかについて先づ検討を行つた。その方法は予め NH_4R 型にした Dowex 50 の樹脂柱（φ9 mm×24cm）に Zn^{65} を吸着させた後，各種 pH のクエン酸アンモンで溶離を行つて溶離曲線を求めたのであるが，その成績は第4図の如くで，これより Zn^{65} は pH 4.1 で良く溶離されることが判る。

そこで試料として吸収曲線の測定を終つたフラクションC—9を用い，之を少量の 0.2N 塩酸に溶解して，更に Zn^{65} をほぼ同カウントになる様に加えた後，NH_4R 型 Dowex 50の樹脂柱（φ9 mm×24 cm）に流

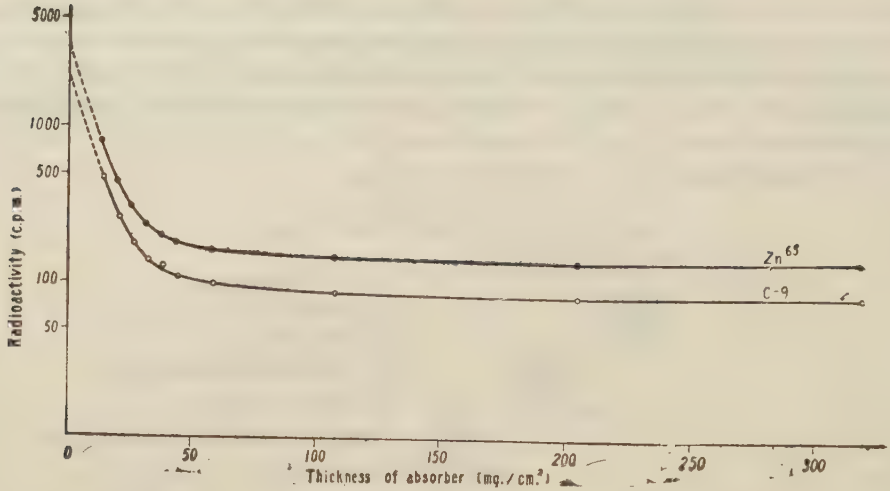


Fig. 3. Absorption curve of radioisotope eluted by ammonium citrate (Date of counting, Oct. 1).

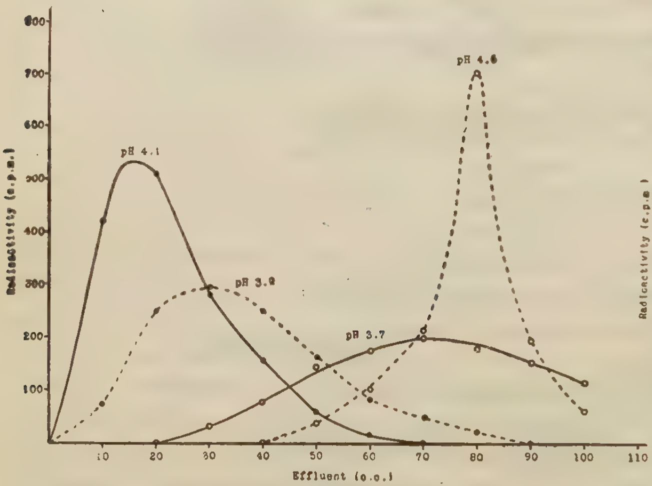


Fig. 4. Elution curves of Zn^{65} treated with ammonium citrate of various pH ranges.

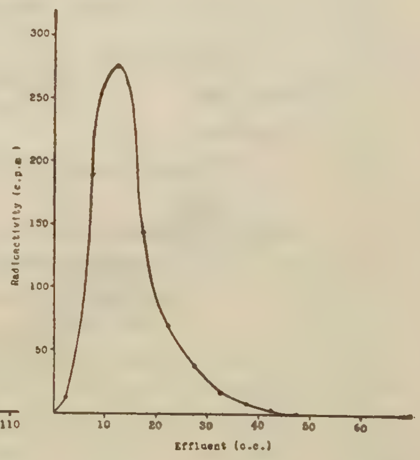


Fig. 5. Elution curve of the mixture which contains Zn^{65} and the radioisotope eluted by ammonium citrate(Date of elution, Nov. 26).

して吸着させ，1.5 cc/cm²/min の流速で先ず pH 3.5 のクエン酸アンモンで溶離を行い，この溶離部分には放射能が検出されないことを確めてから* pH 4.1 で溶離を行い，流出液は 5 cc づつのフラクションに分け，その 3 cc をとつて濃縮乾固後，放射能を計測して溶離曲線を求めた。その成績は第5図の通りであるが，なお溶離完了後の樹脂の放射能は灰化して測定した結果 6 cpmであつた。

第5図により再溶離の結果，加えた Zn^{65} と全く分離出来ない溶離曲線が得られたことが判る。

考　　察

カツオ筋肉灰を予め HR 型となした Dowex 50 に流し込み，種々の溶離液で処理し，筋肉には 0.5%シ

* この部分には稀土類が溶離して来る。

ュウ酸と pH 4.18 クエン酸アンモンで流出する陽イオンとしての放射性元素が存在し，その他に放射能的には僅少であるが，陰イオンとしての放射性元素も含まれていることを明かにした（第1図)。0.5 %シュウ酸で溶離する元素として TOMPKINS 等[3] はプルトニウムの核分裂物質からジルコニウム及びニオブを，木村等[1] は福龍丸の降灰に於てこの他にウランを分離している。カツオ筋肉中0.5 %シュウ酸で溶離する放射性元素については目下検討中であり，他日報告することが出来るであろう。

次に第1図に於て注目すべきことは，pH 3.53 のクエン酸アンモン部分に放射能が認められないことで，TOMPKINS [3]等によればこの部分には希土類が溶離して来るとされている。したがつてこの成績により一見今回のカツオ筋肉中には，放射性の之等希土類が存在していないと認められそうであるが，本分離を行つた後でこの pH 3.53 での溶離操作に欠陥のあつたことを見出した。と云うのは，この際の溶離液量が希土類を溶出するために不充分であつたことである。則ち HR 型の樹脂を NH_4 型に変えるために相当量のクエン酸アンモンが消費され，希土類の溶出を行うにはクエン酸アンモンの量が不足であることを後に確めたからである。したがつて，カツオ筋肉に於ける希土類の存否を明かにするためには，更に多量（700 cc 程度）のクエン酸アンモンを必要とする。したがつてもし希土類が存在すれば，第1図の pH 4.18 クエン酸アンモン部分に来るものと考えられ，事実 Ce^{144} を使つて同じ条件下で溶離を行うと，この元素は pH 4.1クエン酸アンモンで溶出する。しかしながら第1図の pH 4.18 クエン酸アンモンで溶出する元素は，後に述べる様に総て Zn^{65} と見做されるから，カツオ筋肉中には放射性の希土類は恐らく存在していないと云えよう。ところで希土類は核分裂に於て多量に生成し，福龍丸降灰に関する木村等の分析に於てもその存在が確認され，また Washington 大学の Applied Fisheries Laboratory が行つた調査[4] でも原爆実験地で採れた魚の放射能が殆ど Ce^{144} とその娘としての Pr^{144} によることが報告されている。したがつて3月1日の水爆実験による降灰中に多量に存在し，しかも原爆実験地で採れた魚に見出されている放射性希土類乃至は Ce^{144} が，一連の水爆を含めた原爆実験によつて汚染されたカツオ筋肉中に存在しないのは注目すべきことであろう。

次に注目すべきことは，第1図の pH 4.6 以上のクエン酸アンモン部分に放射能が認められないことである。この部分は容易に $Citrate^{---}$ と錯イオンを形成するアルカリ土類が来るので，一応カツオ筋肉にはアルカリ土類が存在しない様に見られるが，溶出液は灰化することなく蒸発乾固して放射能を計測したため，自己吸収が大きくアルカリ土類の有無を断定し得ない憾みがあり，しかも放射性アルカリ土類金属中，Ca^{45}，$Sr^{89,90}$ 等は人体に対し危険な元素とされ，KNOBF[5] は淡水魚肉中に之等が含まれることを報告し，木村等[1] は福龍丸降灰に之等の存在を認めているので，果して被検魚に之等元素が存在するか否かについては，第4層に強い放射能を有する組織（第2報参照）を用い，目下検討を行いつつある。

最後に第1図に於て最も特徴的なのは pH 4.18 クエン酸アンモン溶離部分に強い放射能が認められることである。我々はすでにその存在をγ線分析により推定されていた Zn^{65} が，この部分に溶出して来るものと考え実験を進めたが，何分にも試料の放射能が弱くまた量的に充分でないため，第2図，第3図，第5図に示した様に放射定性分析，吸収曲線の測定及びイオン交換による再溶離の3つの方法を使用してその確認を行つた。則ち，放射定性分析による分属結果からクエン酸アンモンで溶離する元素は，亜鉛フラクションに行く単一な元素であると云えようし，また吸収曲線の測定結果からフラクションC－9が Zn^{65} であることはこれのみでも充分推定出来るし，またイオン交換による再溶離でも問題の元素が Zn であることは明かである。したがつて以上の結果により pH 4.18 クエン酸アンモン溶離部分のうち最も放射能の強いフラクションC－9が Zn^{65} であることは確実であり，更にこの溶離部分の放射性元素は Zn^{65} であると見做し得る。放射能汚染魚体中に Zn^{65} が存在することは前記岡野のγ線分析による推定に基き，河端・三浦[6] がビンナガの筋肉，血合肉及び腎臓について，著者等と殆ど同じ方法でイオン交換樹脂による分離によつて明かにし，それ以後にもγ線分析により或程度定性的に可成り広く存在することが推定されている。しかし之等は何れも俊鶻丸がビキニ海域調査に於て採取して来た試料であつて，その他の汚染魚にも Zn^{65} が存在するか否かは詳かでない。

Zn^{65} の生体に於ける代謝に関しては SHELINE 等[7] の報告がある。それによると Zn^{65} は膵臓，肝臓及び腎臓に多く集まるが，速かに消失し，骨には可成りの時間止まるらしい。しかし之等は廿日鼠及び犬に関

する実験結果であつて，魚に於ける Zn^{65} の代謝は明かでない。

終りに臨み Zn^{65} の吸収曲線について教示を頂いた科学研究所岡野真治氏，並に本研究に討議して頂いた予防衛生研究所河端俊治技官に感謝の意を表する次第である。なお本研究経費の一部は厚生省よりの放射能被害調査研究費によつた。記して謝意を表わす。

文　　献

1) 木村健二郎・南真一他 15 氏： 分析化学，**3**，335 (1954).
2) 岡野真治： 私信.
3) Tompkins, E.R., Khym, J.X. and Cohn, W.E. : *J. Am. Chem. Soc.*, **69**, 2769 (1947).
4) Applied Fisheries Laboratory, Univ. of Washington : AECD-3446, July 12 (1950).
5) Knobf , V.I.: ORNL-1031, July 9 (1951).
6) 河端・三浦：日本水産学会，関東支部 11 月例会発表.
7) Hevesy, G. : "Radioactive Indicators", Interscience Publishers, New York (1948), 185.

電氣殺菌法の研究,—IX. 細菌胞子の段階殺菌法における防腐剤の効果について

清水　亘・上野三郎
（京都大学農学部水産学教室）

Studies on Electrical Sterilization IX. Thermal Bactericidal Effect of Certain Disinfectants by Two Steps Gradual Heat Sterilization

Wataru SIMIDU and Saburo UENO

In the heat sterilization of bacterial spores in the presence of some disinfectants, we found in the previous experiments that they were killed abruptly after a lag period. In the present experiments, this lag period was proved possible to be reduced in time when spores were previously exposed to the relatively lower temperature advancing to the principal heating. It should be easily understood that spores which survived in the preheating were more readily killed by further application of the more severe treatment than were untreated spores.

The sterilizing power of Furaskin and vitamin K_3 was shown to be most powerful, although penta-chlor phenol was relatively less effective.

食品を加熱殺菌貯蔵するにあたつて，細菌の熱抵抗が強力なために普通の方法では完全殺菌ができない場合があり，また殺菌は可能でも例えば牛肉，かまぼこ及びある種の野菜類のように，加熱処理によつて組織が破壊されて食味を失う場合もある。私等のねらいの一つは耐熱性細菌の抵抗を弱めて完全殺菌を有利にし，またできるだけ殺菌温度を下げ或は殺菌時間を短縮して食品個有の質を保たしめる方法を探求する点にある。既に，ある種の防腐剤の存在下で加熱することによつてその目的の一端が達せられる見透しがつき[1]更に数種の防腐剤を併用することにより一層有効にそれが行われることが知られた[2]。

防腐剤の存在下で細菌胞子を加熱すれば，死滅速度が大になる場合もあるが，死滅速度に変化がなく単に lag period が短縮される例が多く見られた。lag period が存在するということは防腐剤が細菌の中心部へ到達するための猶余時間を意味するものであろうと前報で推論したが，また次のようにも考えられる。即ち lag period の範囲内では胞子は死滅はしないけれども，加熱及び殺菌剤に対する抵抗力が失われ，それが局限に達した時急激に死滅するのであろう。もしそうだとすれば比較的低温度で前処理を施せばその間に抵抗力が弱められ，次の本加熱における加熱時間が短縮されるか或は加熱温度を下げることができると思われる。このような意図のもとに実験を行つた。

実　験　方　法

供試菌は *Bacillus mesentericus* strain 201 及び *Bacillus mycoides* の胞子を使用し，第5報[3]と同様にpH 5.4～5.6 の生理的食塩水中における死滅過程を追跡した。使用防腐剤は nitrofurazone(Furaskin, F), penta chlor phenol (P) 及び vitamin K_3 の3種で，何れも濃度を 4.17 mg/100 ml とした。

これらの防腐剤の存在下で *B. mesentericus* は 80°C, *B. mycoides* は 79°C でそれぞれ1時間前加熱し，直ちに冷水で急冷後それぞれ 86°C 及び 84.5°C で本加熱し，その死滅過程を前処理しないものと比較

1955年1月5日受理（印刷費負担）

検討した。

実験結果及び考察

結果を Figs. 1～2 に，それから計算した decimal reduction time 及び mortality time を表に示す。何れの場合にも前加熱中に死滅する数は僅かであつたが，無防腐剤のもの（対照）でも前処理したものは後半に死滅率の急激な増大が起り，死滅線上に曲折点が出現した。防腐剤の存在下では最初から死滅速度が幾らか増大される場合もあるが，その値は僅少であり，またその場合でも死滅率の急増する曲折点が現われ，そ

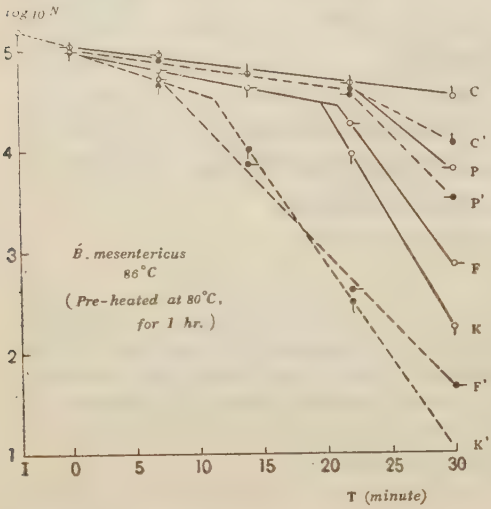


Fig. 1

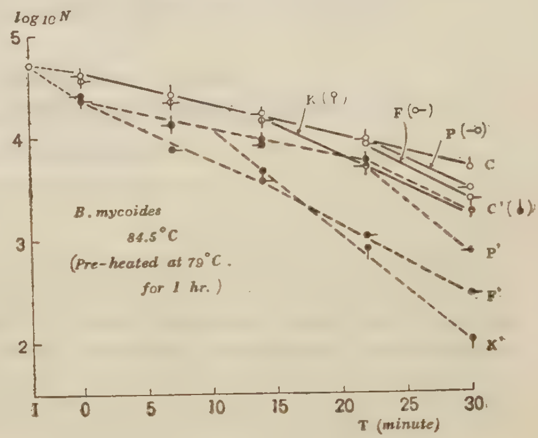


Fig. 2

Figs. 1 and 2 show the log survivors/time for the spores of *Bacillus mesentericus* (Fig. 1) and *Bacillus mycoides* (Fig. 2) in the physiological saline solution (pH 5.4～5.6) containing various kinds of disinfectant (4.14 mg./100 ml.) at 86° (Fig. 1) and 84.5°C.

Where, C : Control, F : Furaskin, P : Penta-chlor phenol, K : Vitamin K_3. The lot marked with(,)was preheated at 80°C. (Fig.1) and 79°C. (Fig. 2) respectively for 1 hour.

Table 1. The decimal reduction time and mortality time calculated from Fig. 1 and Fig.2 for the spores of *Bacillus mesentericus* and *Bacillus mycoides*.

Mark	Disinfectant	Procedure	Decimal reduction time				Mortality time			
			Initial		Final		99 %		99.9 %	
			Real (min.)	Relative	Real (min.)	Rerative	Real (min.)	Relative	Real (min.)	Relative
	Bacillus meseutericus									
C	Non disinfectant	Non-preheated	50	1.00	50	1.00	98	1.00	145	1.00
C′	〃	Preheated	50	1.00	14	0.28	44	0.45	60	0.41
F	Furaskin	Non-preheated	50	1.00	6	0.12	29	0.30	35	0.24
F′	〃	Preheated	17	0.34	8	0.16	19	0.19	27	0.19
P	Penta chlor phenol	Non preheated	50	1.00	11	0.22	39	0.40	51	0.35
P′	〃	Preheated	40	0.80	8	0.16	33	0.34	42	0.29
K	Vitamin K_3	Non preheated	28	0.56	5	0.10	26	0.27	31	0.21
K′	〃	Preheated	17	0.34	5	0.10	19	0.19	25	0.17

Bacillus mycoides

C	Non-disinfectant	Non-preheated	34	1.00	34	1.00	71	1.00	102	1.00
C′	〃	Preheated	34	1.00	13	0.38	38	0.54	50	0.49
F	Furaskin	Non preheated	34	1.00	13	0.38	41	0.58	53	0.52
F′	〃	Preheated	20	0.59	13	0.38	28	0.39	42	0.41
P	Penta chlor phenol	Non-preheated	34	1.00	16	0.47	48	0.63	61	0.60
P′	〃	Preheated	34	1.00	9	0.27	33	0.46	42	0.41
K	Vitamin K_3	Non-preheated	34	1.00	16	0.47	44	0.62	61	0.60
K′	〃	Preheated	34	1.00	9	0.27	25	0.35	35	0.34

れが現われるまでの lag period は前処理によつて著しく短縮された。従つて decimal reduction time 及び mortality time も極めて縮小され，その著しい場合には前者において対照の 1/10，後者において 1/6 になる。しかし lag period を経過してからの死滅速度には大きい変化が起らなかつた。

これらの事実から前処理によつて生き残つた胞子もその活力が減退し，加熱及び防腐剤に対する抵抗力が弱められ，それに続く本加熱によつて急速に死の転機に達するものと思われる。HAROLD[4] は一旦致命的な加熱或は紫外線照射を受けた好気性好熱細菌の胞子は，かりに生き残つたとしても第2回目の同様の処理によつて死滅速度が大になることを述べている。これは胞子の死滅速度が必ずしも最後まで一分子反応式に従うとは限らないことを意味し，段階殺菌法の効果を示唆するものである。かくて段階式殺菌法は食品の加熱殺菌にあたつて殺菌時間を短縮するための有効な方法と認められる。

この場合防腐剤（或は殺菌剤）を併用することにより一層その効果を促進するのである。試験された3種の防腐剤のうちでは Furaskin と vitamin K_3 が効果が大きく，penta-chlor phenol は比較的小さかつた。

終りに臨み本研究の発表に御後援下さつた静岡県罐詰協会及び印刷費の援助を頂いた静岡県に謝意を表します。

要　　約

（1） 好気性細菌胞子を防腐剤の存在下で加熱殺菌する時，有効温度で直接加熱するよりも，それよりやや低い温度で前加熱することにより，本加熱における殺菌時間を著しく短縮することができる。

（2） 防腐剤の効果はフラスキンとビタミン K_3 が大きく，PCP (penta chlor phenol) は小さい。

文　　献

1) 清水　亘・上野三郎：京大食研報告.，14，10 (1954).
2) 〃　〃：同　14，14 (1954).
3) 〃　〃：同　14，1 (1954).
4) HAROLD, R.C：*Bact. Rev.*, 16, 114 (1952).

電気殺菌法の研究.—X.
Bacillus mesententericus の胞子の加熱殺菌における防腐剤の濃度効果について

清水　亘・上野三郎
（京都大学農学部水産学教室）

Studies on Electrical Sterilization X. Influence of Concentration of Disinfectant upon Thermal Bactericidal Effect for Spores of *Bacillus mesentericus*

Wataru SIMIDU and Saburo UENO

In the present paper we have studied how does the death rate of bacterial spores be affected by the variation of concentration of each tested disinfectants when the spores of *Bacillus mesentericus* are heat sterilized in the presence of these disinfectants.

In all tests with disinfectants, the steep germicidal effect appeared after some times which was entirely similar to our previous papers, and in a certain case the death rate before or after the refraction point of death rate curve was accerelated, or in other case the lag period was reduced in time. But the concentration effect was found to be varied with the kind of disinfectant.

The correlation between the relative mortality time, T_R at each concentrations when the mortality time of the control be taken 100, and the relative concentration, C_R of disinfectants when the concentratration 4.17 mg./100 ml. be taken 10 is expressed by the JORDAN and JACOBS equation[6].

$$\log T_R = -n \log C_R + \log A,$$

where, n and A being some constants.

The value of n calculated from this equation is relatively small in Furaskin and pentachlor phenol, *i.e.*, the rate changed with the concentration is relatively small. On the contrary, the n value is larger in vitamin K_3, and the promotion of germicidal effect with increasing concentration is more extreme.

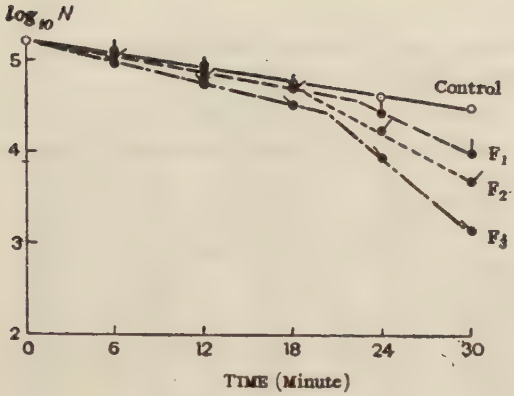
私等は好気性芽胞形成細菌の胞子の加熱殺菌の際における防腐剤の殺菌効果について研究し，既に加熱温度の影響[1][2]，数種防腐剤の併用効果[3][4]及び前加熱処理の影響[5]等について報告したが，それらの実験においては防腐剤の濃度を 4.17 mg/100 ml に限定した。このような微量においても各防腐剤はそれぞれ特異の効果を現わすのであるが，濃度を更に高めた場合，如何ようの効果を示すであろうか。勿論濃度を高めれば，より高い効果を示すであろうことは想像し得られるが，実用的には使用濃度に限度がある筈であるからその限度内において最も効果的な濃度を選ぶことが必要である。

本報では *Bacillus mesentericus* の胞子を用い，種々の濃度における防腐剤の殺菌効果を検討した。

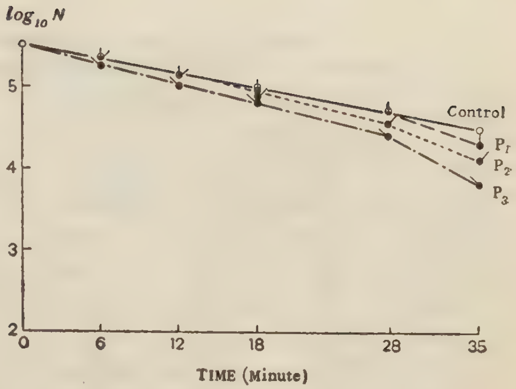
実験方法

実験方法は第5報[1]と同様で，即ち胞子を種々の濃度の防腐剤を含む生理的食塩水に懸濁し，一定温度に一定時間加熱した後稀釈し，平板寒天培養基で後培養して生残り菌数を測定した。

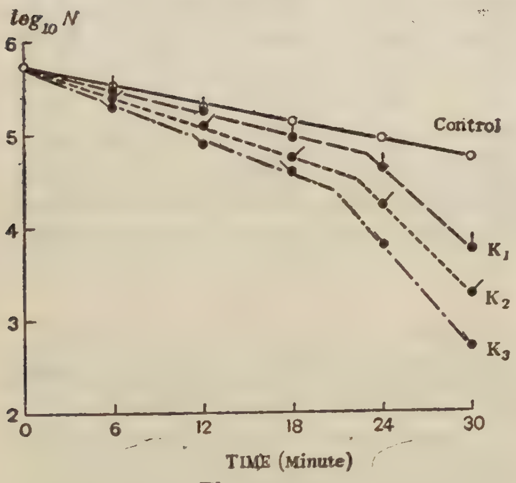
1955 年1月5日受理 （印刷費負担）



[illegible]. 1.



Fgi. 2.



Fi[illegible]

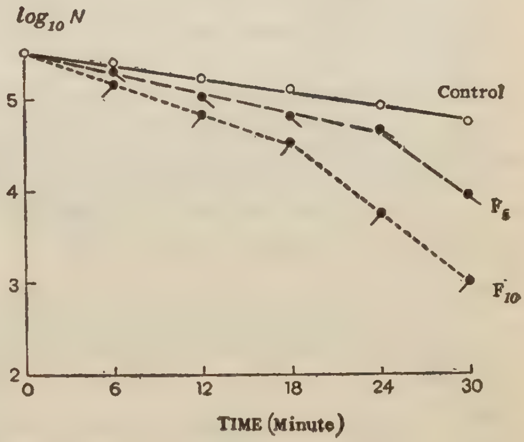


Fig. 4.

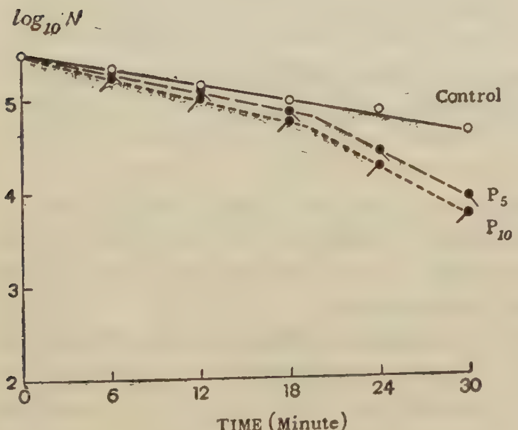


Fig. 5.

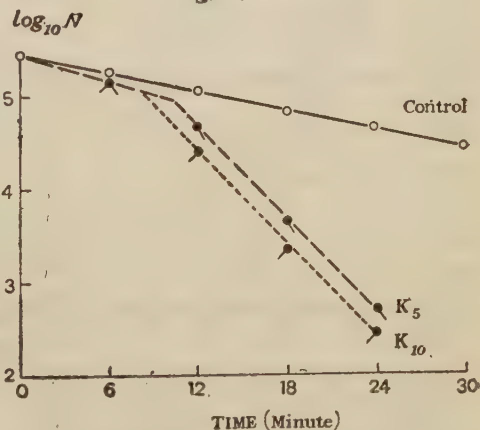


Fig. 6.

Figs. 1~6. Log survivors/time in the presence of the disinfectants for the spores of *Bacillus mesentericus* at 86°C.

Notes : —— F : Furaskin, P : Pentachlor phenol, K : Vitamin K_3 ; The figures suffixed to these abbreviations show the multiple concentrations of 4.17 mg./100 ml.

Tabel 1. The decimal reduction time and the mortality time in the presence of the disinfectants for the spores of *Bacillus mesentericus* at 86°C.

Disinfectant	Decimal reduction time: Initial Real (min.)	Initial Relative	Final Real (min.)	Final Relative	Mortality time: 99 % Real (min.)	99 % Relative	99.9 % Real (min.)	99.9 % Relative
F_1	39	0.95	16	0.39	44	0.54	60	0.50
F_2	39	0.95	11	0.27	36	0.44	47	0.39
F_3	26	0.64	9	0.22	30	0.37	41	0.34
Cont.	41	1.00	41	1.00	82	1.00	120	1.00
F_5	29	0.93	8	0.20	33	0.40	40	0.31
F_{10}	20	0.50	7	0.18	25	0.30	32	0.25
Cont.	40	1.00	40	1.00	82	1.00	127	1.00
P_1	37	1.00	18	0.49	53	0.73	72	0.69
P_2	37	1.00	16	0.43	47	0.65	61	0.58
P_3	33	0.89	10	0.27	40	0.55	51	0.49
Cont.	37	1.00	37	1.00	73	1.00	105	1.00
P_5	30	0.79	12	0.32	36	0.49	48	0.44
P_{10}	30	0.79	12	0.32	33	0.45	43	0.39
Cont.	38	1.00	38	1.00	74	1.00	110	1.00
K_1	24	0.75	7	0.22	31	0.49	36	0.38
K_2	18	0.56	6	0.19	27	0.43	33	0.35
K_3	16	0.50	5	0.16	25	0.40	29	0.31
Cont.	32	1.00	32	1.00	63	1.00	95	1.00
K_5	19	0.59	6	0.19	19	0.30	26	0.27
K_{10}	19	0.59	5	0.16	18	0.29	23	0.24
Cont.	32	1.00	32	1.00	63	1.00	95	1.00

供試防腐剤は nitrofurazone (Furaskin, F), pentachlor phenol (P) 及びビタミン K_3 (K) の3種を選び，15 mg/100 ml 及び 50 mg/100 ml の母液を稀釈して 4.17；4.17×2；4.17×3；4.17×5；4.17×10 mg/100ml とした。加熱温度は 86°C とした。

実　験　結　果

結果を Figs. 1～6 に示す。これから decimal reduction time (DRT) 及び mortality time (MT) を求めて Table 1 の結果を得た。

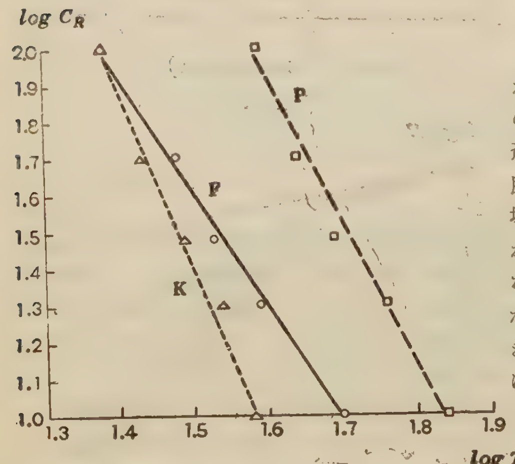


Fig. 7. The relation between the relative thousandth death time T_R and the relative concentration of the disinfectants C_R for the spores of *Bacills mesentericus* at 86°C.

どの防腐剤の場合にも死滅線上に曲折点をもち，それを境として効果が急激に現われることは，これまでの実験で見られたところと一致している。そして防腐剤の濃度の増加に従つて曲折の現われるまえの死滅速度か又は曲折後の死滅速度が大きくなり，また大低の場合曲折までの時間 (lag period) が多少とも短縮される傾向が見られる。それら個々の値はさほど大きくないように見えるけれども，それらが合算されると，かなり大きくなり，従つて初期の DRT はかなり大きい値をもち，死滅が進行しないようであるが，後期には DRT も MT も共に非常に小さい値になり，死滅が急速に進むようになる。

しかし防腐剤の濃度の増加に伴う死滅速度の変化の割合は防腐剤の種類によつて非常に異り，図の直線の傾き及び Table 1 の値から各々の特徴を窺うことができる。

考　　察

今対照の 99.9% relative MT を 100 とした時の各濃度における相対死滅時間 T_R の対数と，防腐剤濃度 4.17 mg/100 ml を 10 とした時の相対濃度 C_R の対数との関係を示すと Fig. 7 のようになる。log T_R

と $\log C_R$ とは直線関係で示され，JORDAN・JACOBS[6] の式

$$\log T_R = -n \log C_R + \log A$$

に一致する。茲に T_R は濃度 C_R における死滅時間，n は直線の傾斜，A は intercept である。これから n 及び A を求めれば Table 2 のようになる。

Table 2. n and A in the equation, $\log T_R = -n \log C_R + \log A$, for the spores of *Bacillus mesentericus*.

Disinfectant	n	A
Furaskin	0.31	120
Pentachlor phenol	0.30	141
Vitamin K_3	0.20	60

n は防腐剤の濃度特性を示し，この値が大きいことは濃度の僅かの変動により死滅時間が著しく伸縮することを意味し，稀釈によつて効力の減退が激しいことが知られる。このような薬品は高濃度で使用するほど有利である。しかし溶解度，毒性，臭気，味，色調及び経済的見地から使用し得られる限界が存在することは勿論である。

一方 n の小さいものは濃度の低下による効力減退の程度が小さいことであり，逆に言えば濃度を大きくしても効力はそれほど大きくならないことを意味する。このようなものは比較的低濃度で使用することが有利である。Furaskin と pentachlor phenol は前者の傾向が強く，ビタミン K_3 は後者の傾向が強い。

また A の値はこの実験の範囲内ではビタミン K_3 が最も小さく，従つてこの範囲内で同一濃度を比べれば，ビタミン K_3 が最も有効である。

しかし前にも述べたように[1][3]，高温度では温度効果が強く現われ，防腐剤の効果の把握が困難であり，また JORDAN and JACOBS も指摘したように n の値は温度その他の条件の相異により変化するから，常にこの法則が適合するとは限らない。従つて防腐剤の選定に当つては，その特性，細菌の種類等について広く検討し，適当な濃度，作用温度，時間，pH 等を決定しなければならない。

要　　約

Bacillus mesentericus の胞子を種々の濃度の Furaskin (F)，pentachlor phenol (P) 及びビタミン K_3 (K) の共存下で 86°C で殺菌し，これら防腐剤の濃度の変化に伴う殺菌効果の変化を検討した。

（1） 相対死滅時間 T_R と相対濃度 C_R との関係は JORDAN・JACOBS の式 $\log T_R = -n \log C_R + \log A$ に従う。

（2） F 及び P は n の値が大きく，濃度の低下に従つて効力の減退が著しい。これに反して K は n の値が比較的小さく，濃度の低下による効力の低下が大きくない。

（3） A の値はこの実験の範囲内では K が最も小さく，従つて強い殺菌効果が示された。

終りに臨み本研究の発表に御後援下さつた静岡県罐詰協会及び印刷費の御援助を頂いた静岡県に謝意を表します。なお本報は文部省科学試験助成金による業績の一部である。

文　　献

（1） 清水亘・上野三郎：京都大学食糧科学研究所報告，**14**，1 (1954).

（2） 〃　〃：同，**14**，6 (1954).

（3） 〃　〃：同，**14**，10 (1954).

（4） 〃　〃：同，**14**，14 (1954).

（5） 〃　〃：日水会誌，**10**，927 (1955).

（6） JORDAN, R. C. and S. E. JACOBS：*J. Hyg.* **43**, 363 (1944).

電気殺菌法の研究—XI. *Bacillus mycoides* の胞子の加熱殺菌における防腐剤の濃度効果について

清水　亘・上野三郎
（京都大学農学部水産学教室）

Studies on Electrical Sterilization—XI. Influence of Concentration of Disinfectant upon Thermal Bactericidal Effect for Spores of *Bacillus mycoides*

Wataru SIMIDU and Saburo UENO

The same investigation as in the previous report[1] has been made for the spores of *Bacillus mycoides* at the temperature of 84.5°C.

The results were shown to be similar to the previous report, and the relation between the relative mortality time T_R and the relative concentration C_R agreed with the JORDAN and JACOBS formula[2].

But in this case, there have been found no difference of value of n among these tested disinfectants. However, the value of A of vitamin K_3 was less than the others. From these results, vitamin K_3 have been shown to have the most effective sterilizing power.

前報[1]と同様の実験を *Bacillus mycoides* の胞子について行つた。殺菌温度は 84.5°C とした。防腐剤の種類も前報と同じく Furaskin (F), pentachlor phenol (P) 及びビタミン K_3 (K) の3種を選び，濃度も 4.17 mg/100 ml の整数倍とし，その倍数字を各防腐剤の略字に添字して示した。

実験結果及び考察

実験結果は Figs. 1～6 の通りである。これから decimal reduction time (DRT) 及び mortality time (MT) を求めると Table 1 のようになる。

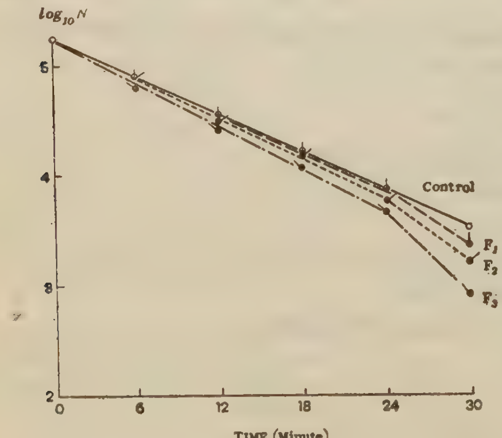


Fig. 1.

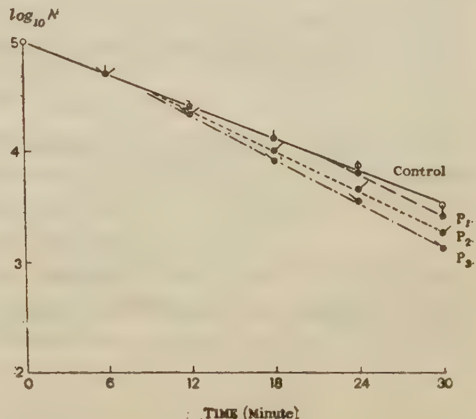


Fig. 2.

1955 年 1 月 5 日受理 （印刷費負担）

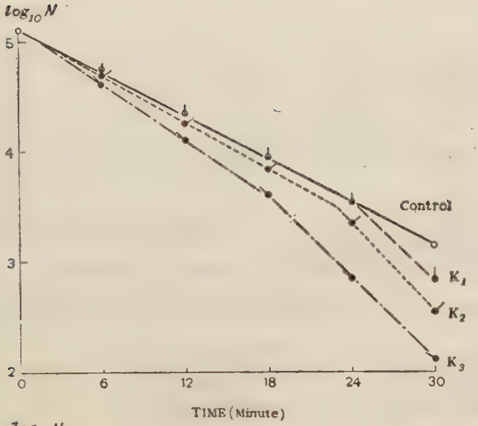


Fig. 3.

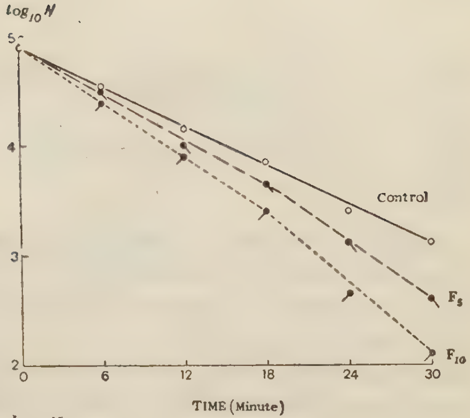


Fig. 4.

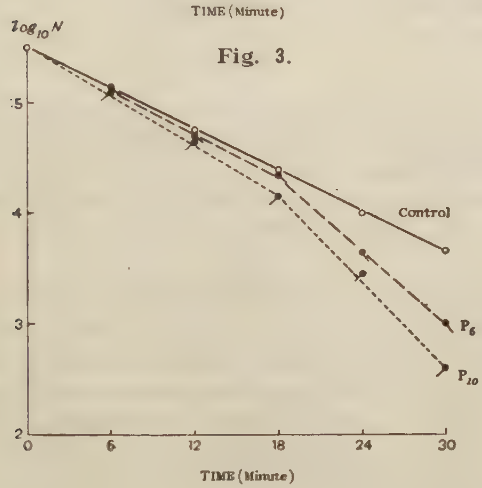


Fig. 5.

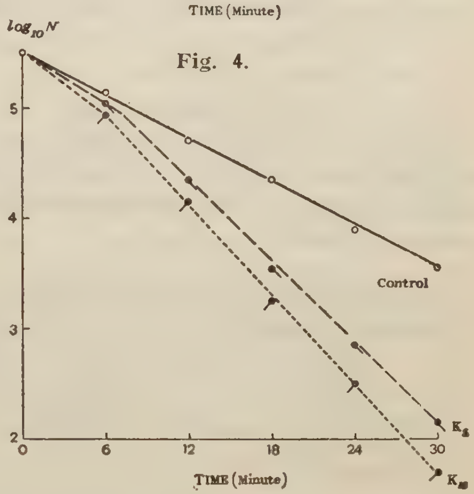


Fig. 6.

Figs. 1 ~ 6. Log survivors/time in the presence of the disinfectants for the spores of *Bacillus mycoides* at 84.5°C.

Notes : F : Furaskin, P : Pentachlor phenol, K : Vitamin K_3 ; The figures suffixed to these abbreviations show the multiple concentrations of 4.17 mg./100 ml.

Table 1. The decimal reduction time and the mortality time in the presence of the disinfectants for the spores of *Bacillus mycoides* at 84.5°C.

Disinfectant	Decimal reduction time				Mortality time			
	Initial		Final		99.9 %		99.99 %	
	Real (min.)	Relative	Real (min.)	Relative	Real (min.)	Relative	Real (min.)	Relative
F_1	16	1.00	14	0.88	45	0.92	60	0.94
F_2	16	1.00	11	0.69	41	0.84	53	0.83
F_3	14	0.88	10	0.63	38	0.78	50	0.78
Cont.	16	1.00	16	1.00	49	1.00	64	1.00
F_5	14	0.88	11	0.69	36	0.78	47	0.74
F_{10}	12	0.75	10	0.63	31	0.65	40	0.64
Cont.	16	1.00	16	1.00	47	1.00	63	1.00
P_1	21	1.00	18	0.86	56	0.90	74	0.90
P_2	21	1.00	16	0.76	52	0.84	66	0.80
P_3	21	1.00	14	0.67	47	0.76	61	0.75
Cont.	21	1.00	21	1.00	62	1.00	82	1.00
P_5	15	1.00	9	0.60	35	0.73	44	0.70
P_{10}	14	0.93	7	0.74	31	0.65	38	0.60
Cont.	15	1.00	15	1.00	48	1.00	63	1.00

K_1	15	1.00	10	0.67	38	0.83	47	0.78
K_2	13	0.87	10	0.67	34	0.74	42	0.71
K_3	12	0.80	7	0.47	30	0.65	38	0.63
Cont.	15	1.00	15	1.00	46	1.00	60	1.00
K_5	13	0.87	9	0.60	27	0.60	36	0.59
K_{10}	13	0.87	8	0.53	24	0.53	32	0.52
Cont.	15	1.00	15	1.00	45	1.00	61	1.00

この結果においても前報の *B. mesentericus* の場合と同様の傾向が示され，防腐剤の濃度が増せば死滅線上の曲折点の前後における死滅速度が大きくなるか又は曲折までの時間（lag period）が短縮せられる。しかしこの場合は前報に比べて薬効がやや低いようにみえる。これは加熱温度が高過ぎたために，温度効果が大きく現われた結果かも知れない。

前報と同様に対照の 99.9% relative MT を 100 とした時の各濃度における相対死滅時間 T_R と，濃度 4.17 mg/100 ml を 10 とした時の相対濃度 C_R との関係は Fig. 7 のようになり，やはり JORDAN・JACOBS[2]の式，

$$\log T_R = -n \log C_R + \log A$$

に従う。茲に n, A は恒数。これから計算した n 及び A の値は Table 2 の通りである。この場合 n の値は 3 種の防腐剤において殆ど差がなく，即ち濃度の変化による効果の変動の割合は防腐剤の種類によつて違わない。

Table 2. n and A in the equation, $\log T_R = -n \log C_R + \log A$, for the spores of *Bacillus mycoides*.

Disinfectants	n	A
Furaskin	0.17	138
Pentachlor phenol	0.17	132
Vitamin K_3	0.17	115

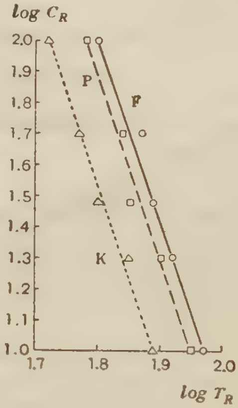


Fig. 7. The relation between the relative thousandth death time T_R and the ralative concentration of the disinfectants C_R for the spores of *Bacillus mycoides* at 84.5°C.

しかし A の値はビタミン K_3 が最も小さく，他の 2 種は大差がない。従つてこの実験の条件下では，同一濃度の防腐剤を比較するとビタミン K_3 が最も効果が大きいことが知られる。

要　　約

Bacillus mycoides の胞子を防腐剤の共存下で 84.5°C で加熱殺菌する時，防腐剤の濃度の相違による殺菌効果の変化を調べた。

（1） 胞子の相対死滅時間 T_R と防腐剤の相対濃度 C_R との関係は JORDAN・JACOBS の式，$\log T_R = -n \log C_R + \log A$ に従う。

（2） n の値は防腐剤の種類によつて殆ど差がない。しかし A の値は Furaskin と pentachlor phenol とは殆ど等しいが，ビタミン K_3 は最も小さい。従つて同一濃度ではビタミン K_3 が最も殺菌効果が大きい。

本研究の発表に御後援下さつた静岡県罐詰協会及び印刷費の御援助を頂いた静岡県に謝意を表します。なお本報は文部省科学試験助成金による業績の一部である。

文　　献

1) 清水　亘・上野三郎：日水会誌，20, 930 (1955).

2) JORDAN, R. C. and S. E. JACOBS : *J. Hyg.*, 43, 363 (1944).

魚肉内結合水に関する研究（総括）
水産食品製造過程中における魚肉内結合水量の変化*

秋　場　稔
（北海道大学水産学部水産食品製造学教室）

Studies on Bound Water in Fish Meat. Discussion on the Variation in the Amount of Bound Water in Fish Meat during the Processing of Marine Food Products

Minoru Akiba

The variations in the amounts of bound water in several kinds of fish meat during the processing of marine food products, such as dried, salted and frozen foods, where the phenomenon of dehydration occurs during the processes, were observed using the methods of cobaltous chloride (Ōyagi's) and of the vapour pressure measurement. The results obtained were discussed from the standpoint of the practice of food manufacture.

水産物主として魚肉の処理加工に際し広く採用されている乾燥，塩蔵或は凍結により貯蔵性を賦与せしめる手段は，何れも脱水現象を伴う。しかし一方，魚肉の主成分たる蛋白質は，その自然的（native）な状態を保つ上において，或はその安定した分子構造を保つ上において必要とする水分量が略々決定している。結合水の定義については，未だ確立されたものはないが，研究の歴史的順序からいえば生命と関聯づけて呼ばれる**生物学的結合水**と，動植物体を一つのコロイド系とみた場合の**コロイド学的結合水**及び蛋白質の分子構造と関係づけて論ぜられる**分子論的結合水**の三つに大別される[1]。著者がこゝでいう結合水とは上記の定義の中，主としてコロイド学的及び分子論的見地から云われる分野のものである。

実験及び結果並にその考察

1. **結合水測定法**　結合水の測定法としては塩化コバルト法（大八木法）[2]，及び蒸気圧法[3]を採用した。前者は主としてコロイド学的結合水を，又後者は分子論的結合水を検討する上において有効な方法と考えたからである[4]。

2. **魚肉乾燥中の結合水量の変化**　新鮮魚肉 14 種類について，魚肉中の結合水量を塩化コバルト法により測定し，結合水の値として乾物 1g 当り最大 0.5～0.8（平均 0.63），最小 0.1～0.5g（平均 0.24）の値を得[5]，別に行つた塩化コバルト法と蒸気圧法との結合水の測定吟味に関する研究結果[2]から上記最大値最小値の中，前者は主としてコロイド学的結合水，後者は分子論的結合水と考えることの妥当なことを知つた。それ故，これらの新鮮肉が自然的に乾燥された場合，平均して全水分量約 20%（最小）又は 40%（最大）附近になつたときの乾燥肉中の水はすべて上記各見地よりの結合水分野にある水と考えられる。それで次に 8 種類の魚肉について天日乾燥により種々含水量の素乾品を作り，それら魚肉中の全水分，自由水及びコロイド学的結合水の分布状況を検討した。その結果，Fig. 1 に模式的に示す如く，乾燥初期の乾燥度の進行につれて原肉中の自由水が減少し，相反的に結合水が見掛上増加しているが，全水分量 40～50%附近において結合水量は極大を示し，爾後の乾燥度の進行につれて結合水量は減少している[5]。しかし乾物 1g 当りの結合水絶対量は乾燥の進行に伴つて逐次減少する。この結果より一般に細菌類による腐敗の限界水分量 40%附近[6]では結合水の存在が主要な役割を有することがうかゞえる。又全水分量 50～65%程度の生

1955 年 1 月 5 日受理（印刷費負担）
* 昭和 29 年 10 月，日本水産学会水産食品分科会（清水市）にて講演発表。

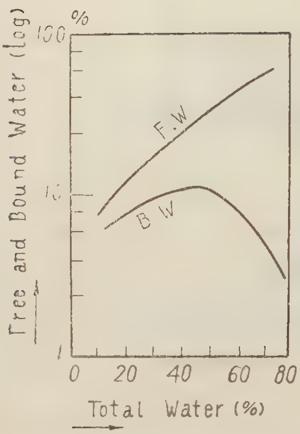


Fig. 1. Distribution of the amounts of free and bound water in the meat of several kinds of dried fish.

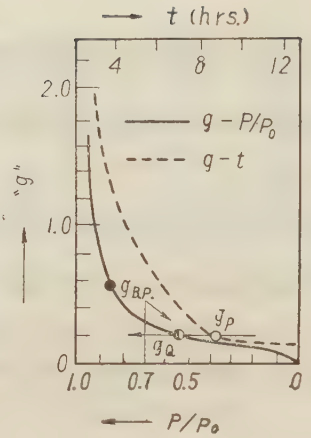


Fig. 2. "g–P/P_0" and "g–t" (drying) curves of Crucian carp meat.

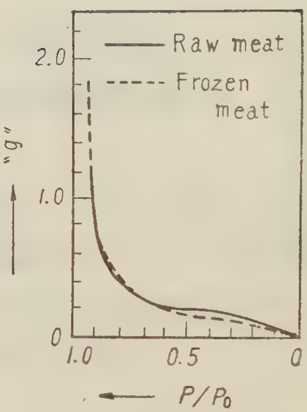


Fig. 3. "g–P/P_0" curves for the fresh raw and frozen Atka mackerel meat.

(半)乾き製品が味覚上の点から一般的に賞味される理由も乾燥に伴うエキス分の濃縮の外に，この結合水分野の水が未だ脱水されない過程にあるために，魚肉蛋白が未だ自然的状態を保つていることにもよるものと思われる。又全水分量 40 %以下における結合水絶対量の減少はコロイド学的結合水から分子論的結合水へと移行する過程にあり，この間において魚肉中の残存水分はその結合力を逐次増大するということが出来る。

3. 魚肉乾燥速度に及ぼす結合水の影響 次に 12 種類の魚肉について乾燥速度に及ぼす結合水の影響を検討した。云うまでもなく乾燥速度は乾燥温度（湿度）により支配されるが，こゝでは魚肉蛋白の熱変性を避けるためと 30°C 以下の乾燥では乾燥速度が塩化コバルト法により測定される結合水量附近で定常に達することも考えられ，したがつて魚肉の乾燥温度を 35～40°C と限定した。Fig. 2 はフナ肉についての実験結果を示し，乾燥曲線（g-t 曲線）の彎曲点 g_P における水分量は乾物 1g 当り 0.22 g を境（全魚種については 0.14～0.22）として，その水分量以下の乾燥率 λ_2（緩慢な乾燥式 $W=W_1e^{-\lambda N}$ より求めた。こゝに W_1，W は夫々乾燥前及び乾燥後の魚肉重量，N は乾燥時間，λ は乾燥率[7]）は最初の乾燥率 λ_1 の 10 %（全魚種については 10～20 %）程度にまで減少し，この点において乾燥が定常に近ずくことが判つた。一方 15°C の測定温度で蒸気圧法により得た含水量 "g"（乾物 1g 当りの水分量）—関係蒸気圧 P/P_0 曲線上，前記の g_P の水分量に対応する g_Q 点における P/P_0 の値は約 0.58（全魚種を通じて 0.4～0.6）である。しかしこの g–P/P_0 曲線が魚肉の乾燥温度 40°C と同温度で測定された場合は測定温度の上昇により P/P_0 が多少 1 の値の方向（左側）にずれるが水分子吸着の微分エンタルピーは全魚種を通じて 2 Kcal. mol^{-1} 内外であつたので，この値より 40°C の場合における P/P_0 のずれの程度を推算すると[8]，フナ肉では P/P_0 が 0.74（全魚種を通じて 0.54～0.74）となる。こゝで g–P/P_0 曲線において P/P_0 が 0.7 以下の水は従来のコロイド学的見地から結合水の測定法として採用されている氷点降下法，カロリーメーター法等によつては測定困難な分野の水であつて[1]，Bull[9] 或は Sponsler[10] 等の研究よりも，この分野の水は分子論的結合水として論議されるべき性質のものである。このことは該曲線を一種の脱水（着）等温線と見做し，B.E.T. の多分子層吸着理論式[11] により解析を行つても明らかである。即ち，B.E.T. 理論によれば，魚肉蛋白分子表面を単分子の水層で覆うに必要な水分量としてフナ肉では乾物 1g 当り 0.108 g（全魚種を通じて 0.05～0.14）の値を得，この値は先の g_P 又は g_Q 点に対応する水分量の約 1/2（全魚種については 1/2～1/3）に相当し，Bull[9] が多数の高分子物質について得た結果と近似した値を与える。概念的に云えば，蛋白分子の表面が単分子の水層で覆われるに必要な水分量の約 2 倍に相当する水分量までは蛋白分子は比較的安定した分子形態を保持できるものと考えられており，このことは又ゼラチンに関する Herrmann[12] 等及び Katz[13] 等の X 線解析による研究よりも肯定される。尚塩化コバルト法により測定される結合水量は g–P/P_0 曲線上の $g_{B.P.}$ の点において示され，乾物 1g 当り約 0.58 g（全魚種については 0.44

～0.73）の値を示し，したがつて天日乾燥の場合には主としてコロイド学的結合水量の多少により乾燥速度が支配されるものと考えられる。以上の結果より 35～40°C 乾燥の場合，分子論的結合水の存在が乾燥速度を著しく減少せしめる要因となることが明らかで，このことは人工乾燥（赤外線乾燥その他）に際し，魚肉蛋白を凝固変性せしめないで乾燥を行う場合に更に吟味されるべき問題であろう。又一例としてスルメ製造の場合，北海道では 18～22％（乾物 1g 当り約 0.22～0.28g の水）の水分が乾燥限界とされているが，この水分量は既に分子論的結合水の分野の限界に相応するものということができる。

4. 魚肉の塩蔵中における結合水量の変化　一般に魚肉の塩蔵中においては塩類濃度によつても異なるが食塩の滲透圧的作用により脱水現象が起り，同時に食塩が魚肉中に滲透する。この脱水作用に際しては丁度乾燥初期の場合と同様に全水分中の自由水含量が減少し，相反的に結合水含量は増加する。又結合水絶対量の変化についても同様に塩蔵初期において一つの極大点を示し見掛上結合水が増加する現象がみられるが爾後の食塩滲透量が平衡に達する頃には漸次結合水絶対量は減少する。この中塩蔵初期における見掛上の結合水量の増加は滲入食塩の濃度が未だ稀薄な間に起る lyotropic[14] な現象によるものと思われ，爾後の結合水絶対量の減少は滲入食塩濃度の増加による滲透圧的脱(奪)水作用によるものと思われる。このことより塩魚の肉中の蛋白は水と塩類濃度の相互的関係により脱水或は抱水現象を示すことが明らかである。尚 Reay[15] その他により広く認められている「塩類と蛋白との複合体」による水の再吸収の現象が塩蔵後期においてみられるが，この際魚肉外よりの吸水と同時に食塩も亦滲透し，見掛け上結合水が増大する。即ち，魚肉蛋白の膠化によつて水が再吸収されるといわれるこの現象は単に塩蔵肉が外部にある食塩水を（その濃度を変化せしめずに）吸収する現象と見做され，魚肉内外の平衡の乱れとも解されるべき性質のものと思われた。しかしこの点は尚詳細な研究を要する。

5. 魚肉凍結貯蔵中における結合水の変化　魚類冷凍食品において問題となるドリップの生因は，凍結による組織的破壊による外に凍結魚肉蛋白の変性によるといわれている[16]。この中組織的破壊に関する要因は急速凍結処理を行うことにより或る程度，消去することができるので，ホッケ肉を －30°C で凍結後，－18°C に貯蔵した場合のドリップの生成量，蛋白の変性度及び蛋白変性の結果変化すると思われる魚肉中の水の活動度（換言すれば魚肉蛋白と水との結合力）の変化を蒸気圧法により検討した。その結果，凍結貯蔵期間の増大につれてドリップ量が増加し，これと相対して魚肉蛋白の変性度も進行することが観察され，又凍結初期において圧出液として測定されたものゝ一部が，貯蔵期間の増大につれて漸次自由液（Free drip）へと移行することが認められた。この際，凍結前の鮮肉と凍結貯蔵肉についての g-P/P_0 曲線（Fig. 3）にみる如く凍結処理肉においては新鮮肉に比し（主として分子論的結合水と考え得る P/P_0 が 0.7 以下の水が）同一水分量 g で比較した場合に P/P_0 の値の大きい方向（左側）に曲線がずれることより，この場合の凍結によるドリップの生成は蛋白の変性と密接な関係を有し，且つ凍結肉中の水の自由エネルギー差[4)]（結合水との差）$\varDelta F^*$ が鮮肉のそれよりも小さくなる（換言すれば凍結肉中の水の性質が純水に近ずく）ことより，ドリップの生成が主として魚肉蛋白の変性（凍結による脱水と魚肉内塩類濃度の濃縮による塩析変性[17]）により分子論的結合水の一部がその結合をゆるめ，遊離状態になることに因ることが判つた。更に以上の実験よりドリップの生成が，蛋白変性に伴う分子論的結合水の $\varDelta F$ の減少を招来することが明らかとなつたので，凍結処理前に魚肉中の水の $\varDelta F$ を高めておくような処理を施せば，凍結貯蔵中の $\varDelta F$ の減少が或る程度抑制され，したがつてドリップの生成を防止できるものと考え，先に Taylor[18] により提案された魚肉の pH をアルカリ側に保持してドリップの生成を防止する方法，或は最近 Tarr[19] により提唱された食塩水浸漬法による防止機構が，何れもこの凍結前の魚肉の（或は魚体表面の）水の $\varDelta F$ を高からしめる手段に外ならないことを実験的に証明した。尚 Tarr によれば魚肉を膨潤せしめる能力の高い塩類程，ドリップ防止能も大であると云われているが，魚肉の膨潤は塩類濃度或は pH により著しく変化し，例えば食塩においては低濃度域（0.6 M 附近）に最大の膨潤が認められ，しかもその水和力が最も強いことが知られているので[20]，この観点よりの更に詳細な研究が望まれる。

終りに臨み本研究に当り終始御懇切な御指導を賜つた本学部谷川英一教授及ご種々御助言をいたゞいた本

* $\varDelta F = -RT\ln P/P_0$，こゝに P 及び P_0 は夫々温度 T(°K) における試料中の水及び純水の蒸気圧，R はガス恒数。

学，農学部中村幸彦教授，東海区水産研究所右田正男先生並に本稿の発表に御後援下さつた静岡県罐詰協会及び静岡県各位に対し厚く感謝致します。

文　献

1）東　健一，糠沢健次（1948）：化学の研究，第一編，23.

2）秋場　稔（1951）：北大水産彙報 **1**（3，4），156.

3）広田鋼蔵，秋場　稔（1951）：北大応用電気研究所彙報，**3**（10），**87.**

4）秋場　稔（1951）：北大水産彙報，**2**（3），176.

5）同　　上（1952）：同　　　上，**2**（4），239.

6）谷川英一（1954）：水産製造学，183，紀元社.

7）岡田光世，井上直一（1944）：水産製造工学講座 7，乾燥の物理，22，厚生閣.

8）千谷利三（1952）：一般物理学，上巻，183，内田老鶴圃.

9）BULL, H. B.（1944）：*Jour. Am. Chem. Soc.*, **66**, 1499.

10）SPONSLER, O. L., BATH, J. D. & ELLIS, J. W.（1940）：*Jour. Phys. Chem.*, **44**, 996.

11）BRUNAUER, S., EMMETT, P. H. & TELLER, E.（1938）：*Jour. Am. Chem. Soc.*, **60**, 309.

12）HERRMANN, K., GERNGROSS, O. & ABITZ, W.（1930）：*Z. Phys. Chem.*, **10**, 371.

13）KATZ, J. R. & DERKSEN, J. C.（1932）：*Rec. Trav. Chim.*, 51, 513.

14）山本　清（1949）：生体の科学，**3**，45.

15）REAY, G. A.（1934）：*Rep. Food Inv. Bd.*, 25.

16）谷川英一外（1952）：冷蔵の科学，248，広文堂.

17）清水　亘，日引重幸（1952）：日水会誌，**17**（10），13.

18）TAYLOR, G. L.（1930）：*Ice and Refrigeration*, 79.

19）TARR, H. L. A.（1942）：*Jour. Fish. Res. Bd. Canada*, **5**（5），411.

20）藤井　豊（1954）：北大水産彙報 **5**（3），253.

血合筋肉の化学的研究—III*
Bioassay による普通肉並に血合肉蛋白アミノ酸含量の比較

松浦文雄・鴻巣章二・太田良三・香取進一・田中清枝
（東　京　大　学　農　学　部）

Chemical Studies on the Red Muscle ("Chiai") of Fishes.—III
Comparative Studies of Amino-Acid Contents in the Protein of the Ordinary and the Red Muscle of Fishes by Microbiological Assay.

Fumio MATSUURA, Shōji KŌNOSU, Ryōzō OTA, Shinichi KATORI and Kiyoe TANAKA.

By using microbiological methods, seventeen amino acids were determined in the protein prepared from four species of fish, *Scomber japonicus*, *Seriola quinqueradiata*, *Parathunnus sibi*, and *Katsuwonus vagans*. The results obtained were tabulated in Table 3.

Distribution of amino acids in the muscle protein of these fish seemed to be relatively uniform, irrespectively of species of fish and kind of muscle. It is noticeable that the content of amino acids in the protein of the superficial red muscle of fish, such as *Parathunnus sibi* and *Katsuwonus vagans*, which have the deep seated red mucsle too, agreed surprisingly with those of the ordinary muscle. However, between the deep seated red and the ordinary muscle of above two species, there seemed to be some differences, although very small, in content of several amino acids. This tendency was observed also, between the red and the ordinary muscle of *Scomber japonicus* and *Seriola quinqueradiata*, glycine, leucine, phenylalanine, and perhaps proline being prevailing in the red muscle, and aspartic acid, glutamic acid, histidine, lysine, and perhaps valine, serine, threonine, methionine, and tyrosine being prevailing in the ordinary muscle.

From the nutritional point of view, the protein of these fish, both the red and the ordinary muscle, may be considered to be as rich as those of domestic animals in the essential amino acids.

序　　言

血合肉蛋白の研究に関しては古く富士川氏等[1]がマイワシ，奥田氏[2]はカツオ，関根氏等[3]はビンナガマグロの普通肉及び血合肉の各肉蛋白につき，奥田氏は各種アミノ酸含量の比較定量，富士川，関根氏等は Van Slyke 法による *N* 分布の比較を行い，更に富士川氏等は凝固温度による各種蛋白の分布状態を見ている。又山本氏[4]は各種魚類の両者の肉蛋白の等電点の差異について報告している。これら両種筋肉の肉蛋白の性質の比較は血合肉生理究明の基礎ともなるべきものであるが，上記諸研究の他に見るべきものが少い。

近時 Bioassay の進歩に伴い，従来煩雑しかも容易に正確な値を期待し得なかつたアミノ酸分析を比較的正確しかも簡易に行えるようになつたので，先づ手始めとして Bioassay によるアミノ酸分析を試み，従来の分析結果の再検討をなすとともに未だ分析値の報告せられていない諸種のアミノ酸についての比較をも行い度いと考えた。更にカツオ類の如き深部血合を有する魚類については普通肉並に表面，深部の両血合肉蛋白の三者を比較し，その他の魚類に見られる血合と同部位に存する表面血合が如何なる性質のものなるかを推察する資料となさんとした。

なおこれら魚類肉蛋白のアミノ酸組成を明らかにすることは魚類の栄養価値判断にも資すると考える。

実　　験

試料調整：試料は可及的新鮮な魚を市場より入手したものでサバ（1953 年 11 月）は体長 30～31 cm.，

1954 年9 月 22 日受理
* 本報告の一部は 1954 年4 月5 日農学大会部会に於て発表した。

体重 500～600g. のもの3尾，ブリ（1954 年2月）は 75cm.，6.4kg のもの半身，メバチ（1954 年6月）は魚体の一部，カツオ（1954 年 6 月）は 54～56cm.，5kg. 前後のもの3尾を用い，何れも普通肉と血合肉，但しカツオ，メバチでは更に表面血合と深部血合の各々に分け，脂肪組織，結締組織を出来るだけ除去して細磨，この一部を秤取して一般分析用に供し，残部を常法により水に浸漬後煮沸，酒精抽出を数回宛繰返し，得られた肉蛋白を粉砕して細粉となし，40 mesh の篩にかけた後，エーテル浸出して完全に脱脂して供試肉蛋白とした。一般分析の結果並に調製肉蛋白の粗灰分及び全 N 含量はそれぞれ第 1，2 表の如くである。

Table 1. Composition of the Fresh Meat.*

Kind of Fish	Kind of ** Muscle	Moisture	On dry basis					
			Crude Ash	Grude Fat	Total-N	Grude Protein	Protein N	Protein
Scomber japonicus	OM	76.10%	5.67%	2.86%	14.38%	89.88%	12.99%	81.20%
	RM	71.44	4.53	24.70	10.40	64.98	9.92	61.99
Seriola quinqueradiata	OM	69.55	3.57	19.90	11.88	74.25	10.56	66.01
	RM	64.59	3.07	39.16	7.62	47.65	7.38	46.14
Parathunnus sibi	OM	72.77	4.42	9.51	14.53	90.81	12.58	78.63
	SRM	72.85	4.23	19.41	13.03	81.44	11.21	70.06
	DRM	74.38	4.59	6.49	14.21	88.84	12.54	78.38
Katsuwonus vagans	OM	73.15	4.79	0.84	15.03	93.94	12.24	76.50
	SRM	70.39	4.29	9.49	13.35	83.44	11.09	69.31
	DRM	72.19	4.30	6.32	12.61	78.81	11.12	69.50

* Connective tissues were removed as carefully as possible.
** OM : Ordinary muscle ; RM : Red muscle ; SRM : Superficial red muscle ; DRM : Deep-seated red muscle.

Table 2. Composition of the protein prepared from the Muscle of Fishes (on dry basis)

Kind of Fish	Kind of Muscle*	Crude Ash	Total-N	Total-N in ash-free Protein
Scomber japonicus	OM	0.14%	15.97%	16.00%
	RM	0.38	15.82	16.00
Seriola quinqueradiata	OM	0.13	16.35	16.39
	RM	0.34	16.02	16.11
Parathunnus sibi	OM	0.11	16.38	16.41
	SRM	0.27	16.17	16.21
	DRM	0.52	15.62	15.71
Katsuwonus vagans	OM	0.15	16.13	16.16
	SRM	0.15	16.03	16.06
	DRM	0.40	15.94	16.00

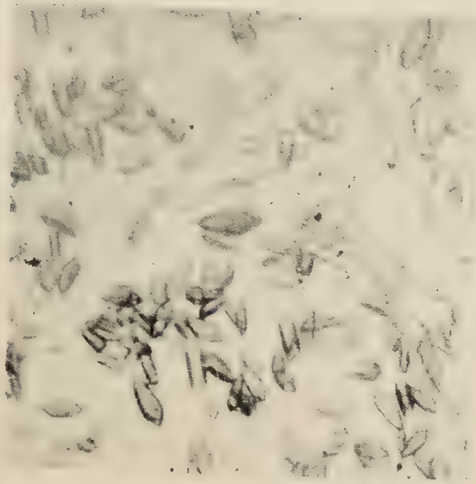
* See foot-notes in Table 1.

Bioassay：試料の加水分解条件，基礎培地その他の定量条件は大略田村，角田氏等の報告[5]及び蛋白質化学[6]所載の方法に従つた。

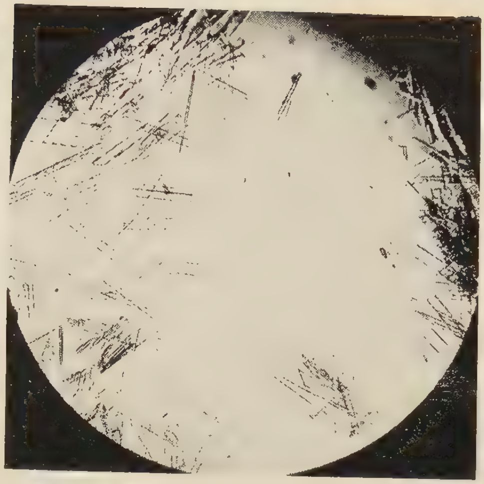
即ち肉蛋白の加水分解は通常試料に 20 倍量の 3 N 塩酸を加え封管中で 121°C.，10 間時加圧分解したが，methionine，lysine 定量用として 2 N 塩酸を用い，また tryptophan 定量用としては試料に対し40%の cysteine 塩酸塩を添加し 30 倍量の 4 N 苛性ソーダを加え，前記と同条件で加圧分解した。分解終了後開管し，塩酸加水分解物は減圧濃縮を繰返して可及的塩酸を除去し，アルカリ分解物はそのまゝ，何れも濾過熱水でよく洗い濾液と洗液を合して苛性ソーダまたは塩酸で中和して一定容となし，トルオールを添加，冷蔵庫中に貯えこれを適宜稀釈して定量に用いた。

定量に使用した菌株は第3表に掲げた5種で 10 日目毎に植継ぎ冷蔵庫中に保存した。保存培地としては生酵母（10%），glucose（1%），peptone（1%）の寒天培地を用いた。

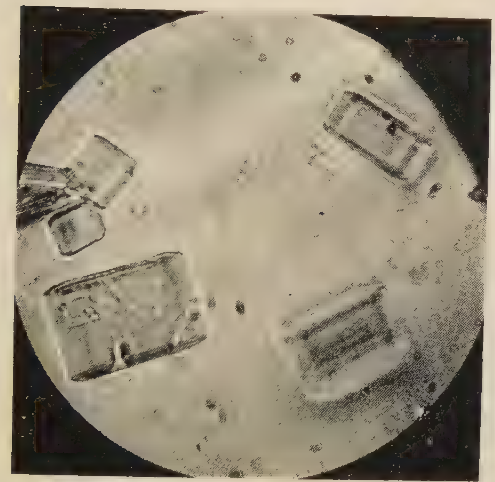
基礎培地中の各成分は一定濃度の溶液として冷蔵庫中に保存し，定量に際して各成分より一定量宛採り定量すべきアミノ酸のみを欠いた2倍濃度の定量用培地を作製し，この 1cc. に標準液 1cc または試料溶液



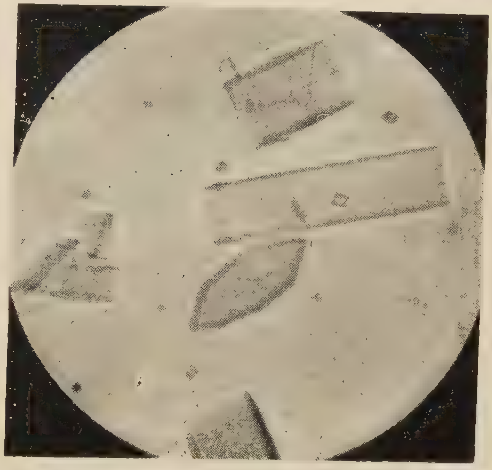
Kihada, *Neothunnus macropterus* (×180)



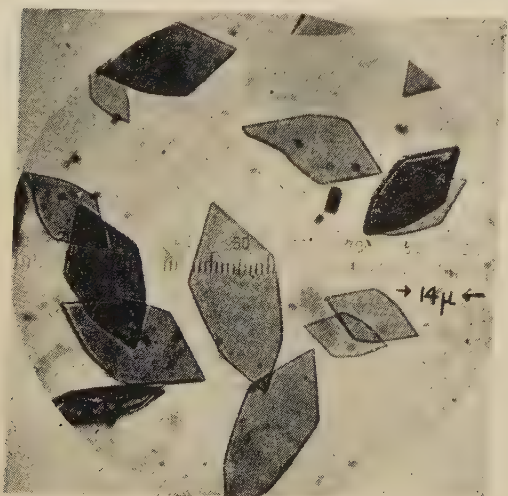
Horse (×110)



Mebachi, *Parathunnus sibi* (×650)



Mebachi, *Parathunnus sibi* (×450)



Honmaguro, *Thunnus orientalis* (×650)

Fig. 1. MMb crystals prepared from deep-seated red muscle of fish and heart muscle of horse. (In the case of fish, the hexagonal crystals are of top view, while the tetragonal ones side view.)

1 cc. を加え，またこの外に回収試験用として定量用培地 1 cc. に 2 倍濃度の試料溶液 0.5 cc. 及び一定 γ/cc. の標準液 0.5 cc. を加えた。通常標準曲線用として 10 段階，試料用及び回収試験用として各ゝ 3 段階，何れも 3 本立てで行つた。分注後 110°C，5 分間加圧滅菌した。

接種菌は予め小試験管中で 2 cc. の前培養培地（保存培地より寒天を除き醋酸ソーダを 1 %と無機塩を基礎培地の半量加える。）に保存菌を接種し，37° C. で 16 時間培養した後遠心分離し，無菌的に 0.9 % 食塩水で 3 回菌体の洗滌及び遠心分離を繰返し，最後に 5 倍または 100 倍の 0.9% 食塩水に稀釈懸濁せしめ，駒込ピペットでその 1 滴宛を各試験管に接種した。接種後 37°C. で 72 時間培養し（glycine のみは 48 時間[7]），沸騰水中で 10 分間加熱，菌の生育を停止せしめ 0.05N 苛性ソーダで brom-thymol blue と neutral red の混合指示薬を用いて滴定しそれより標準曲線を作製し試料の分析及び回収率の検定を行つた。

実験結果及び考察

以上の測定結果は第 3 表の通りである。

Table 3. Amino Acid Composition of Muscle Proteins of Fishes.
(Parts of amino acid and amide-N per 100 parts of moisture- and ash-free proteins)

Kind of Fish / Amino acid \ Kind of Muscle*	Strain** used in bioassay	サ バ *Scomber japonicus*		ブ リ *Seriola quinqueradiata*		メ チ バ *Parathunnus sibi*			カ ツ オ *Katsuwonus vagans*		
		OM	RM	OM	RM	OM	SRM	DRM	OM	SRM	DRM
Glycine	M	3.8	4.3	5.4	5.6	3.7	4.9	4.0	3.0	3.5	3.9
Alanine	C	5.9	5.7	7.5	6.5	6.8	6.5	7.9	6.5	6.2	7.1
Valine	A	7.8	7.6	8.4	7.8	8.1	8.1	7.7	9.4	9.4	9.0
Leucine	M	7.4	8.2	8.5	9.2	8.9	8.8	9.6	8.9	8.5	9.4
Isoleucine	M	7.4	7.4	7.4	7.4	8.5	8.5	8.8	6.6	6.6	6.2
Serine	M	5.0	4.8	5.0	4.8	4.7	4.6	3.9	5.3	5.3	4.5
Threonine	S	5.2	5.1	5.8	5.6	5.9	5.6	5.3	5.8	5.5	5.7
Methionine	M	3.2	3.2	3.8	3.6	3.7	3.7	3.2	3.5	3.4	3.2
Aspartic acid	M	11.5	9.5	11.8	11.0	10.9	10.3	10.3	10.3	10.3	10.2
Glutamic acid	M	13.4	11.5	14.9	13.4	14.6	14.7	13.1	14.3	13.2	12.9
Tyrosine	A	4.0	3.7	4.3	4.3	4.0	4.0	3.7	4.2	4.1	4.0
Phenylalanine	A	4.4	4.7	3.5	3.6	4.4	4.7	5.3	4.5	4.6	5.2
Proline	M	3.5	3.6	3.0	3.6	3.9	4.1	4.2	3.6	3.7	3.8
Tryptophan	A	1.2	1.4	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4
Arginine	M	5.9	6.7	6.5	7.5	6.1	6.5	4.7	6.3	6.6	6.2
Lysine	M	10.0	9.2	12.0	10.4	10.8	10.9	10.9	11.2	10.7	10.6
Histidine	F	3.4	2.6	2.7	2.6	3.5	3.1	3.1	3.9	3.7	3.5
(Amide-N)		(0.94)	(0.95)	(0.96)	(0.96)	(0.92)	(0.85)	(0.83)	(0.91)	(0.87)	(0.87)
Total		103.0	99.2	111.6	108.1	109.7	110.2	106.9	108.6	106.6	106.8
Per cent of total-N recovered		95.0	92.5	101.4	101.3	97.4	99.1	96.8	99.0	98.1	98.4

* See foot-notes in Table 1.
** A : *Lactobacillus arabinosus* 17—5　M : *Leuconostoc mesenteroides* P—60
F : *Lact. fermenti* 36　C : *Leuc. citrovorum* 8081
S : *Streptococcus faecalis* R

本表には cystine の定量値を掲げていないが，如何なる理由か測定値に可成りの偏れを見るので遺憾乍ら省略した。之らの結果を概観すると普通肉，血合肉共に魚種間に多少の差異を認めるも，全体を通じて極めて相似たアミノ酸組成を示して居り，供試魚類は 4 種に過ぎないが所謂赤身の魚類は何れも著しいアミノ酸組成の差は無さそうに思われる。従来報告例の少い alanine, isoleucine, leucine, proline, serine, threonine 等のアミノ酸もそれぞれ大約 6～8，6～9，7～9，3～5，4～5，5～6 %の如くほぼ一定した値を

示し，lysine，valine は従来の分析例よりも可成り高い値を示している。

最近波多腰氏[8]は多数の水産物の肉蛋白の methionine と threonine を定量し，魚類では両者共大差なく 3～4％の含量を示すがマグロの methionine のみ 6.32％とかなり高い結果を得たと報じている。methionine 含量についてマグロを除き先の我々[15]の報告並に今回の bioassay の結果とほぼ一致するが threonine 含量に関してはかなりの相違を示している。

glycine は魚肉蛋白中に存するとしても痕跡程度に過ぎないという報告が多いが，[2),9)～12)] 本試験に於ては相当量の存在が明らかである。或は肉蛋白の調製に当り，glycine 含量の本来極めて高い結締組織の混入に因るものであるかも知れないがまた一方 ABDERHALDEN[13] の如く魚肉蛋白中に glycine の存在を報じているものもあるので此の点は将来明らかなしめ度い。

次に各魚種について普通肉と血合肉の相互を比較してみると，一般に両者の間には本質的な差違を認め難い。殊にカツオ，メバチの普通肉と表面血合との間では両魚種に於て glycine，カツオに於て glutamic acid に多少の相違を認める以外は殆どすべて定量誤差の範囲内に止まり，驚く可き一致を示している。従って今，個々のアミノ酸についてサバ，ブリの血合肉と普通肉相互間，カツオ，メバチの普通肉と深部血合肉相互間すべてに共通する差異の傾向を求めるならば，普通肉蛋白は aspartic acid，glutamic acid，histidine，lysine 含量に於て何れも僅か乍ら優り，serine，valine，threonine，methionine，tyrosine もやや同じ傾向を有するものの如くである。また血合肉蛋白は glycine leucine，phenylalanine 含量にやゝ優り proline も多少この傾向がある様である。

奥田[2]，関根[3]，富士川[1]氏等はそれぞれカツオ，ビンナガ，マイワシについて普通肉，血合肉蛋白の塩基性アミノ酸を定量し，何れも後者に histidine の多いことを指摘し，之は血合に血液多く而して血液中の hemoglobin は histidine に富む故ならんと考えられている。然るに我々の得たは結果はむしろ血合肉蛋白の方が histidine の含量が小さく，上記三氏等の結果と相反している。今 bioassay の結果に大きい誤りがないとするならば，血合肉蛋白に histidine が少い理由として考へらるるところは，血合に比較的多量に含まれる hemoglobin，myoglobin の影響を相殺する程に本来の血合肉蛋白が histidine に乏しいか，或はまた清水[14]氏の示唆する如く鮮度の影響に基くかの何れかであると思う。これらの点は更に検討の要があろう。

著者等[15]は先に血合肉蛋白の methionine 含量が普通肉の夫れにやや優る傾向があると報じたが，今回はむしろ逆と思われる結果を得た。或は先の試験に用いた BAERNSTEIN 法による測定に際して血合肉蛋白中にこの定量値を高める様な何らかの定量阻害物質があるのではなかろうかと考える。また glycine が血合肉蛋白中にやや多いことは血合に結締組織の多いことに基くものであろう。

尚血合肉蛋白をも含めて之ら肉蛋白のアミノ酸組成を栄養化学的見地より見る時は普通肉，血合肉何れも少くとも其の必須アミノ酸含量の点に於ては同じく bioassay により測定せられたる陸上動物肉[16]或はcasein[17] 等のそれに比して些かの遜色も無いことを更に明白になし得たものと思う。

終に臨み，御懇切なる御指導を給つた森高次郎教授に厚く感謝する次第である。菌株を分与下さつた本学部農芸化学科坂口研究室，L. C. F. を分与して頂いた蚕糸試験場の桐村氏，又種々御助言を賜つた味の素式会社角田氏並に農林省食糧研究所の杉村氏に深甚なる謝意を表する。尚本研究費は一部，昭和 29 年度農林漁業試験研究費の補助金の援助を仰いだ。記して感謝の意を表する次第である。

文　　献

1) 富士川澪，永沼秀哉：日水会誌，5，95 (1936).
2) 奥田　譲：農会報，200号，279 (1919).
3) 関根秀三郎：水講報，22，34 (1926.)
4) 山本祥吉：水産研，32，484，543 (1937).
5) 田村学造，角田俊直，桐村二郎，宮沢　滋：日農化，26，464 (1952).
6) 赤堀四郎，水島三一郎："蛋白質化学"，1巻，共立出版，東京，(1954)，pp. 282.
7) B. F. STEELE, H. E. SAUBERLICH, M. S. REYNOLDS and C. A. BAUMANN：J. Biol. Chem., 177, 533 (1949).
8) 波多腰ヤス：日農化，27，795 (1953).
9) T. B. OSBORNE et al.：Am. J. Physiol., 23, 81 (1908)；24, 161 (1909).

10) 大谷武夫：農会報，**208**，1118 (1916).
11) 小倉善平，富士川澂，奥田　譲：朝鮮水試報，**2**，46 (1929).
12) 山川　洵，渋谷雄一郎：水講報，**22**，63，285 (1926).
13) E. Abderhalden : Z. Physiol, Chem.，**240**，152 (1936).
14) 清水　亘，日引重幸：日水会誌，**20**，206 (1954).
15) 松浦文雄，木暮武雄，福井源治：日水会誌，**17**，359 (1952).
16) D. A. Greenwood H. R. Kraybill and B. S. Schweigert : J. Biol. Chem.，**193**，23 (1951).
17) L. M. Henderson : J. Biol. Chem.，**173**，31 (1948).

血合筋肉の化学的研究—IV. 血合筋肉ミオグロビンの結晶に就いて*

松浦文雄・橋本周久
（東京大学農学部）

Chemical Studies on the Red Muscle ("Chiai") of Fishes—IV. Preparation of Crystalline Myoglobin from the Red Muscle of Fishes

Fumio MATSUURA and Kanehisa HASHIMOTO

MMb crystals were obtained from the deep-seated red muscle ("Chiai") of fishes, e. g., *Parathunnus sibi*, *Thunnus orientalis* and others, by the method of SCHMID[5] (Fig. 1). The iron content was determined to be 0.334—0.335 %, according to the DRABKIN's o-phenanthroline method[7]. In the present paper, the several derivatives of these Mb's were compared spectrophotometrically with those of the crystalline MMb prepared from horse heart in the same procedure. The millimolar extinction coefficients of these Mb's are tabulated in Table 2, together with the BOWEN's data on horse heart Mb[9] and DE DUVE's data on human heart Mb[10] for reference.

Absorption maxima and minima of horse heart Mb derivatives appear very close with those of BOWEN, although the extinction coefficients of the former are generally lower than those of the latter; this is mainly due to the difference of basis in calculating the Mb concentration, the coefficients in this investigation being calculated on the equivalent iron basis and those of BOWEN calculated in the other way (see the foot-note of Table 2).

The absorption spectra of these fish MbO_2 were located nearer the short wave-lengths than those of horse MbO_2, and found to be present at the same wave-lengths as HbO_2, prepared from the blood of immature *Thunnus orientalis*, and also at the almost same positions as HbO_2 of higher vertebrates[13] (Fig. 2). This fact goes against the usual conception that the absorption spectrum of MbO_2 is shifted toward longer wave-length than that of HbO_2. Further, it is remarkable that the β-maximum of MbO_2 of fish is unusually higher than its α-maximum. Such a kind of absorption spectrum seems not yet to have been reported in vertebrate Mb and Hb.

In the case of MbCO of fishes too, the similar specificity was observed, i. d., positions of the maxima and minima were far from those of horse MbCO, but at the same wave-lengths as those of HbCO from fish and higher vertebrates[13] (Fig. 3).

The other derivatives, such as reduced-, met-, cyanmet-Mb, and reduced pyridine-hemochromogen of fishes and horse are nearly identical each other in the absorption spectrum (Fig. 4).

THEORELL[1] が馬の心筋より myoglobin (Mb と略記) の結晶を得て以来，多数の陸上脊椎動物の心筋，運動筋等から Mb の結晶が得られ，これらの性質に関する研究も数多く報告されている。これら諸脊椎動物の研究から類推して魚類筋肉中にも Mb が存在すると考えて略々誤りないと思われるが，その明瞭な証拠は従来得られていなかつた。然るに最近 HAMOIR[2] はコイの血合筋肉中に Mb が存在することを THEORELL の方法を用いて定性的に確かめているが結晶は得られていない。著者等[3] は先に諸種魚類筋肉中の Mb を DRABKIN[4] の方法に略々準じて定量し，所謂赤身の魚類の筋肉，就中血合筋肉中に多量の Mb が含まれ，特にカツオ，マグロ類の深部血合筋肉の如きは鮮肉中 1 乃至 2 % の著量に上ることを見た。この量は馬の心筋，運動筋等に比して遙かに大きく，この点からはこれら魚類の血合筋肉が Mb 結晶調製に好箇の試料となり

1954 年 12 月 27 日受理（印刷費負担）

* 昭和 29 年 4 月 4 日，日本農学大会水産部会，並びに同年 10 月 3 日，日本水産学会水産食品分科会に於て講演した。

うべきことを推察，本研究に着手した。今日迄のところホンマグロ（*Thunnus orientalis*），メバチ（*Parathunnus sibi*），キハダマグロ（*Neothunnus macropterus*）の血合筋肉より met Mb の結晶を得，更に馬の心筋より同結晶を調製し相互の吸収スペクトルの性質を比較したので，この結果を報告する。

実　　験

試料： 可及的新鮮な魚類を市場より購入し，深部血合筋肉部を採取，脂肪組織及び結締組織をできる限り除去して後，細砕更に乳鉢中にて石英砂又はドライアイスと徹底的に磨砕したものを用いた。

結晶の調製法： SCHMID[5] の鯨の Mb 結晶調製に用いた方法に準拠した。

Mb の鉄含量の測定： 上記の方法によつて得られた結晶中，メバチ，ホンマグロのものを選び，これを BUCHNER's funnel 上にて吸引濾過して母液と分ち，母液と同濃度の phosphate buffer にて数回洗滌の後，少量の蒸溜水に溶解，セロファン袋にて初め流下水道水，次で滴下蒸溜水，最後に硝子再蒸溜水に対して透析して無機塩類を全く含まざるに至らしめる。塩類除去の度は透析外液につき BERNBLUM[6] の燐酸定量法により調べた。生成せる沈澱は濾し去り，適当濃度の水溶液（稀釈其の他全べて硝子再蒸溜水を使用）となし，本溶液につき以下の実験を行つた。即ち DRABKIN[7] の o-phenanthroline 法により本溶液中の Fe 含量を測定，更に本溶液の一部を白金坩堝に秤取，105°C にて乾燥して乾物量を求め Mb 中 Fe 含量を算出した[1]。但し Fe 定量に当り，ferrous o-phenanthroline complex の photometry に際し BECKMAN's spectrophotometer を使用するときは HELWIG & GREENBERG[8] も指摘している如く，510 mμ に吸収極大が現れることを認めたので同波長に於ける吸光値を用いることとした。尚本定量には MERCK 製 ascorbic acid, o-phenanthroline, analytical wire（標準鉄溶液用）を用いた。結果は Table 1 に示す如くである。

Table 1. Iron content in Mb preparations prepared from the deep-seated red muscle of fishes and the heart muscle of horse (o-phenanthroline method[7]).

Material	Iron content*
Mebachi *Parathunnus sibi*	0.334 %
Honmaguro *Thunnus orientalis*	0.335
Horse	0.324

* Iron recovered in the recovery tests ranged from 99.1 to 99.5 %.

Table 2. Spectrophotometric constant ε (c=1 mM per l., d=1 cm.) of Mb derivatives of fish.

Deriv.		*Parathunnus sibi* λ	*Parathunnus sibi* ε*	*Thunnus orientalis* ε*	Horse λ	Horse ε*	Horse (BOWEN[9]) λ	Horse (BOWEN[9]) ε**	Human (DE DUVE[10]) λ	Human (DE DUVE[10]) ε
		mμ			mμ		mμ		mμ	
MbO_2	min.	505	6.1	5.6	508	5.7	510	5.5		
	max.	540	14.6	13.6	543	14.1	544	14.6		
	min.	560	9.2	8.6	563	8.5	564	8.5		
	max.	574	12.8	11.9	581	14.2	582	15.1		
Mb	min.	482	3.83	3.71	485	3.61	480	3.92		
	max.	555	12.24	11.81	555	12.16	555	12.92		
MbCO	min.	495	4.90	4.94	495	5.02	500	5.29		
	max.	538	14.05	13.85	540	14.29	540	14.85	542	13.63
	min.	555	10.55	10.45	560	10.13	560	10.57	560	9.79
	max.	568	12.57	12.34	577	12.40	577	12.95	580	11.73
MMbCN	min.	504	6.55	6.49	505	7.10	510	6.87		
	max.	540	10.36	10.12	540	10.79	540	11.3		
MMb	max.	500	8.9	8.6	504	9.5	500	9.8		
	min.	600	2.7	2.6	560	2.9	590	3.0		
	max.	630	3.8	3.6	630	3.5	630	3.7		
Reduced pyr.-hemochromogen	max.	525	16.3	15.6	525	16.3				
	min.	539	9.1	8.8	539	9.1			540	9.0
	max.	556	33.5	31.7	556	32.6			557.5	32.0

* Calculated upon the equivalent iron basis.
** Data of BOWEN are calculated on the basis of Mb concentration, which was determined by using ε of MMbCN at wave-length 540 mμ=11.3, reported by DRABKIN[11].

Mb の Spectrophotometry：上記の水溶液の一部をとり，Sörensen の phosphate buffer (pH 7.0，最終濃度 M/20) で稀釈（測定溶液の Mb 濃度は mM/20～mM/30）し，Bowen[9] の記載するところに略々準じて各種の誘導体を作り Beckman's spectrophotometer を使用し主として可視部に於ける spectrophotometry を行つた。但し pyridine hemochromogen は de Duve[10] の方法に従つて作つた。結果を Table 2

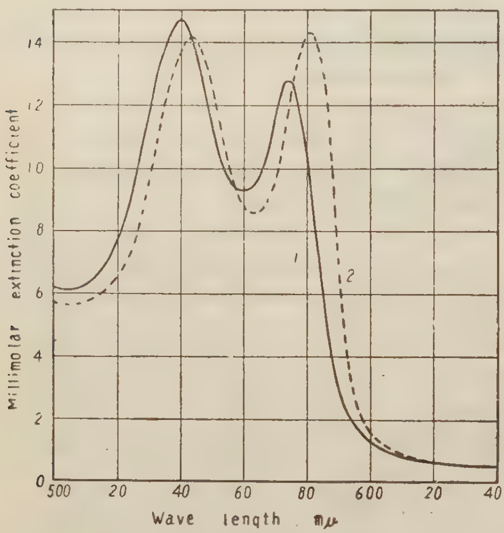


Fig. 2. Absorption curves of MbO_2 of Mebachi, ***Parathunnus sibi*** (Curve 1) and horse (Curve 2).

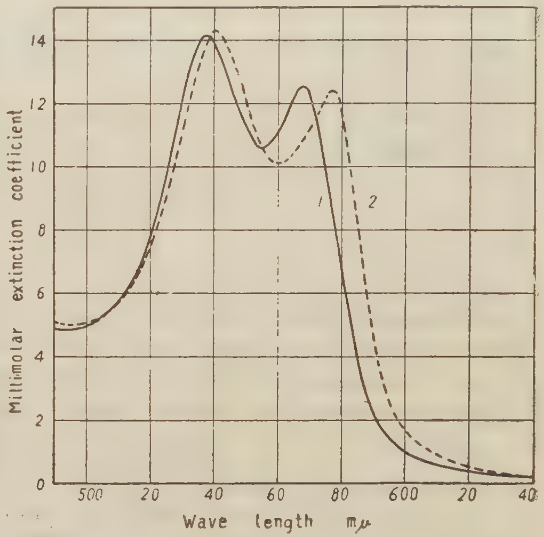


Fig. 3. Absorption curves of MbCO of Mebachi, ***Parathunnus sibi*** (Curve 1) and horse (Curve 2).

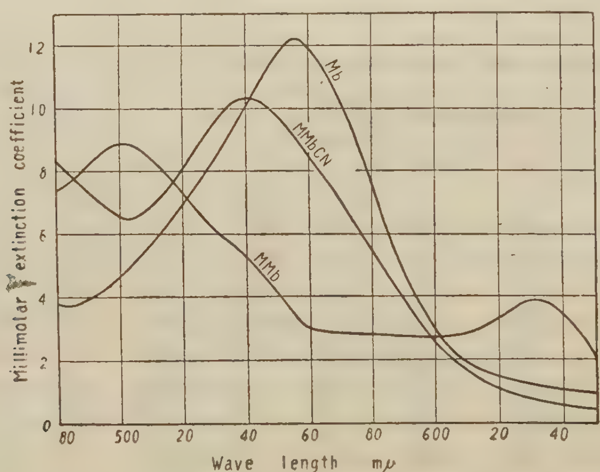


Fig. 4. Absorption curves of Mb, MMbCN, and MMb of Mebachi, ***Parathunnus sibi***.

並に Fig. 2—Fig. 4 に示す。

結 果 及 び 考 察

分析に供した met Mb 結晶の中，馬のもののみは最後の結晶化処理を再度繰返した。之は Fe 含量が

0.34 %に上ることを期待した為であるが，結果的には再結晶を行わないものと変らなかつた。こゝに得られた結晶が果してどの程度に純粋であるかは大いに検討を要する所で究極に於いては電気泳動，超遠心分離等の試験に俟たねばならない。然しながら多くの動物の Mb が Hemoglobin (Hb) と同様に 0.34 % の Fe 含量を示して居り，魚類の Mb もこの例に洩れるものでないとすると，こゝに得られた結晶 Mb の Fe 含量から考えてさのみ不純なものとは考えられない。この意味に於て魚類 Mb と馬 Mb につき吸収スペクトル等二，三の性質の比較を試みたものである。

(A) **結晶系**　こゝに得られたマグロ類 met Mb 結晶は熨斗状又は之を細長くした様な六角板状をなし，かなりの厚味を具えている (Fig. 1)。馬のものは DRABKIN[11] によると orthorhombic であると云うが，吾々の得た結晶に就いては今後研究の予定である。

(B) **吸収スペクトル**　本試験の馬 Mb についての結果と比較の意味で BOWEN[9] の馬 Mb (及び参考の意味で DE DUVE[10] の人 Mb) の data を Table 2 に並記した。本試験では測定器の波長の calibration を行つていないので，この点多少の不正確を免れないが，馬 Mb の各種誘導体の主な吸収極大の現れる波長は諸家の報告と約 1 mμ の範囲内で一致していた。但し二，三の極小の位置は我々の結果と BOWEN のとでは可成りの差が見られるが，之は BOWEN が MbO_2 の 564 mμ，MbCO の 560 mμ の極小以外は全べて便宜上 round number をとつた為ではないかと思われる。次に分子吸光係数について見ると我々の値は BOWEN のに比して一般に稍々低い。然し之は本試験の数値が，Mb 1 分子当り Fe 1 原子を含むとして Fe 含量を基として算出したものであるのに対し，BOWEN は Mb 溶液の分子濃度を定めるに当つて MMbCN の 540 mμ に於ける分子吸光係数 11300 を基礎として用いている (之は同氏が DRABKIN[11] の値を引用したものである) のに因ると考えられる。即ち今 BOWEN の算出方式に従うならば我々の値も BOWEN のと極めて相近くなる。

メバチ，ホンマグロの両魚種間では吸収極大，極小の位置は全く同じく，その分子吸光係数は後者の方は前者に比し稍々一般に小さいようであるが，本質的な差異は認められない。

之らマグロ類と馬とを比較して見ると二，三の誘導体に於て可成り明瞭な差異が認められ，且つ又之らの Mb をその Hb と比較する時は幾つかの興味ある事実が覗われるようであるので以下各誘導体につき稍ゝ詳しく論じて見たい。

Oxy 型 (MbO)—(Fig. 2) マグロ類の MbO_2 の吸収スペクトルは馬のそれに比し総じてかなり短波長側に偏して居り 574 mμ (α)，540 mμ (β) に極大，560，505 mμ に極小が現れる。之らの位置はマグロの幼体たるメジ (体重約 1.5 kg) の血液より調製した Hb 結晶[12] を用いて観察した HbO_2 の吸収極大，極小の位置と良く一致し，又人，馬等高等脊椎動物の HbO_2[13] のそれとも殆ど一致している。一般に高等脊椎動物に於ては，MbO_2 の吸収極大は HbO_2 に比して α 極大で数 mμ，β 極大で 2〜3 mμ 長波長側に偏して現れるのを常としていることと比べて魚の場合はこの点極めて特異な現象と思われる。尚更に著しい相違点は馬の場合，α, β 両極大の分子吸光係数が相近く寧ろ α の方が稍々大であり，この関係は既知の脊椎動物の MbO_2 につき一般であるのに対し魚の場合は β の方が著しく大きいことである。斯る特異な型の吸収スペクトルは従来の文献では Hb-Mb を通じて脊椎動物には未だその例を見ず，僅かに Ascaris lumbri coides の HbO_2[14] と荳科植物の legHb[15)16] 等の Oxy 型にその類型を見るのみである[21]。

還元型 (Mb)—(Fig. 4). マグロ類，馬共に 555 mμ に極大が現れ，極めて相似た吸収曲線を有する。

Carbonyl 型 (MbCO)—(Fig. 3). 馬の吸収極大が 577 mμ (α)，及び 540 mμ (β) に現われるのに対してマグロ類では 568 mμ (α) と 538 mμ (β) に現われ，α 極大では 10 mμ 近くもの差がある。又マグロ類の MbCO の之らの極大の位置は前述のメジ及び高等脊椎動物の HbCO の夫れとも略々一致している。一般に高等脊椎動物では MbCO と HbCO との間に於て α 極大では 7〜8 mμ，β 極大で 2〜3 mμ MbCO の方が長波長側に偏して現われるのを常とし，この吸収スペクトルの大きな差異は筋肉中の Hb, Mb の同時定量に利用すらされている[10),17] のに対比して面白い。上述の二つの相違点は MbO_2 の項に於て述べた如き相違点と相似た関係にあり共にマグロ類或は恐らく魚類 Mb の一つの大きな特徴と云えるであろう。更に本性質を利用する時は魚類少くともマグロ類に於ては Mb, Hb の同時定量が可能と思われるがこの点に就いては目下研究中である。

尙カツオの心筋，血合筋，ソウダカツオの血合筋及び普通筋肉，**キハダマグロ**，**フーライカジキ**の血合筋等から調製せる Mb の carbonyl 型の吸収スペクトルもマグロ血合筋のそれと殆ど同一であつた。

Cyanmet 型 (**MMbCN**)—(Fig. 4)．吸収極大の位置はマグロ類，馬共に 540 mμ に現れる。先に報告した魚類筋肉中の Mb の定量[3]に於ても同波長に於る吸光値を利用している。この位置に関しては問題がないが，算定に用いた分子吸光係数 11300 なる値は今後更に検討の要があるのではなかろうか。尙附言したいことは更に 500—510 mμ 附近の極小の精確な分子吸光係数が決定せられるならば上記の Mb 定量に於て，最終段階の MMbCN 溶液の純度を概算し得て或る程度 Mb 測定値の不純分に対する補正にも使えるのではないかと思われる。この極小の位置に関しては Bowen[9] は馬につき 510 mμ としているが，本実験では馬504～6 mμ に，マグロ類では 503～5 mμ 附近にあつた。

Met 型 (**MMb**)—(Fig. 4)．魚と馬との間に特に著しい差異は認められない。

Pyridine hemochromogen (**reduced**)．動物の種類の如何を問わず，Hb も Mb も共に同一の色素部分 protoporphyrin-9 を有すると云はれているが[18)19)]，之らの色素定量法に関連して一応この点を確かめる為この実験を行つたものである。結果はマグロ類，馬共に従来の文献と一致していると云える。

結　　語

マグロ類の血合筋肉 Mb はそれ自身の Hb を含めた一般脊椎動物の Hb と吸収スペクトルの性質が極めて良く似ている。他方従来報告せられたる高等脊椎動物の Mb とは殊に MbO_2, MbCO の吸収スペクトルの性質に於て明かな差異を示す。

前記の Ascaris の例，又八ツ目ウナギの血液 Hb が分子量，酸素解離曲線等の点で高等脊椎動物の Mb と似ているとの Riggs[20] の研究等を考え合わせ，魚類の如き比較的下等な脊椎動物では Mb の吸収スペクトルのみならず諸性質に可なり特異的な性質を現わすことは極めて有りうべきことと思われる。

了りに臨み終始御指導を賜つた森教授に深甚なる謝意を表する。尙本研究費は一部文部省総合科学研究費に仰いだ。又静岡罐詰協会及び静岡県より印刷費の援助を受けた。爰に記して謝意を表する。

文　　献

1) H. Theorell: Biochem. Z. **252**, 1 (1932); **268**, 46 (1934).
2) G. Hamoir: Nature **171**, 345 (1953).
3) 松浦文雄・橋本周久: 日水誌 **20**, 308 (1954).
4) D. L. Drabkin: J. Biol. Chem. **182**, 317 (1950).
5) K. Schmid: Helv. chim. Acta **32**, 105 (1949).
6) I. Bernblum: Biochem. J. **32**, 295 (1938).
7) D. L. Drabkin: J. Biol. Chem. **140**, 387 (1941).
8) H. L. Helwig & D. M. Greenberg: ibid. **198**, 695 (1952).
9) W. J. Bowen: ibid. **179**, 235 (1949).
10) C. de Duve: Acta Chem. Scand. **2**, 264 (1948).
11) D. L. Drabkin: Am. J. Med. Sci. **209**, 268 (1945).
12) 松浦文雄・橋本周久: 未発表.
13) R. Lemberg & J. W. Legge: Hematin Compounds and Bile Pigments, Interscience Publishers, New York, 1949, p. 228.
14) H. E. Davenport: Nature **155**, 516 (1945).
15) D. Keilin: ibid. **155**, 227 (1945).
16) H. Sternberg & A. I. Virtanen: Acta Chem. Scand. **6**, 1342 (1952).
17) W. E. Poel: Am. J. Physiol. **156**, 44 (1949).
18) G. A. Millikan: Physiol. Rev. **19**, 503 (1939).
19) F. Haurowitz & R. L. Hardin: The Proteins, Academic Press, New York, 1954, vol. II, part A, p. 324.
20) A. Riggs: Fed. Proc. **10**, 109 (1951).
21) C. L. Prosser, et al.: Comparative Animal Physiology, W. B. Saunders Company, Philadelphia, 1950, p. 298.

血合筋肉の化学的研究—V.
マグロ血合筋肉よりのチトクローム C に就いて(其の1)*

松浦文雄・山田茂英・橋本周久
(東京大学農学部)

Chemical Studies on the Red Muscle ("Chiai") of Fishes—V.
Preparation of Cytochrome c from the Red Muscle of Tunny-fish (I)

Fumio MATSUURA, Shigehide YAMADA and Kanehisa HASHIMOTO

Cytochrome c (Cyt) preparations containing about 0.34% iron were prepared from the deep seated red muscle of tunny (*Thunnus orientalis*) according to the method of KEILIN and HARTREE[6], the iron being determined by DRABKIN's o-phenanthroline method[11]. "0.43% Fe" preparations were prepared by means of Amberlite IRC-50 after MARGOLIASH[10], from the above-mentioned preparations (Table 1). At the same time, Cyt preparations were obtained from the heart muscle of horse for reference.

The spectral characters of tunny and horse Cyt's were then investigated (Fig. 1 & Table 2, 3). Both in the "0.34% Fe" and in the "0.43% Fe" preparation, there were no significant differences between the spectra of these species Cyt's; i.e., the absorption bands of these Cyt's appear at the same wave-lengths and their spectrophotometric constants are fairly close each other.

Cytochrome c (Cyt. と略記) に関する研究は古く，特に THEORELL[1] 及び KEILIN & HERTREE[2] が純粋物質の抽出に成功して以来，多くの生物の Cyt についての研究があるが，魚類に関する報告は極めて少い。二戸氏[3]はマグロ筋肉色素の研究で Cyt らしき物質を得たといつているが，鉄含量等の点から考えてかなり不純のものと思われる。BECHTOLD[4] はタラ及びニシンの一種の血合筋につき α-band を観察したと述べているが文意が不明瞭である。最近 PALÉUS & NEILANDS[5] はサケの心臓から KEILIN & HARTREE[6] 法により鉄含量 0.24% の粗 Cyt を調製し，之を更にイオン交換樹脂を用いて精製し 0.447—0.461% Fe の Cyt を得ているが，残念ながらスペクトルの性質に関する記載がない。藤田氏等[7]は独自の定量法を用いてカツオ，マグロ肉中の Cyt を測定し，その血合筋肉中に夫々 83, 26.9 mg% の定量値を報告している。著者等[8]も先に諸種の魚類筋肉中の水溶性色素の定量に於て，所謂赤身の魚類の血合筋肉中には一般に相当量の Cyt が存在すること，例えばカツオ，マグロの深部血合筋肉に各 40, 10 数 mg% 含有されることを認めた。これらの量は，人，馬，犬，鼠等の心筋中の含量[9]に匹敵乃至は之を凌駕する。この定量法に使用した Cyt の分子量，分子吸光係数は従来，馬，牛等の心筋 Cyt につき測定せられた値を便宜上そのまゝ採用したが，これで差支えないか否かを確かめる為には魚類の Cyt のスペクトルの性質を明らかにしなければならない。又斯様な研究は比較生物化学の立場からも興味あることと思われたので本研究に着手した。

実験

0.34% Fe Cyt の調製：試料入手の都合上マグロ (*Thunnus orientalis*) の可及的新鮮な深部血合筋肉及び比較の為屠殺直後の馬の心臓を用い，KEILIN & HARTREE[6]法に従い Cyt を水溶液として得た。収量は試料 1 kg より鉄含量 0.34% 近いものがマグロで 100 mg，馬で 140 mg 程度得られた。

0.43% Fe Cyt の調製：上記の如くして得た Cyt を更に MARGOLIASH[10] 法に従い Amberite IRC-50 で処理して調製した。鉄含量を基準にして殆ど定量的に回収することも可能であつたが，elute の Cyt 濃

1954 年 12 月 27 日受理 (印刷費負担)

* 昭和 29 年 10 月 3 日，清水市に於る日本水産学会水産食品分科会に於て講演した。

度の点から考えて 70% 程度の収量に抑えた。

Cyt 標品の鉄含量の測定 ： 上記の Cyt 水溶液を適当濃度（50—100 mg %）に稀釈の上，DRABKIN の o-phenanthroline 法[11]により鉄含量を測定した（前報参照）。尚水溶液の一部を白金坩堝を使用し 102—105°C で乾燥，乾物量を求めて Cyt の鉄含量の算出に用いた。測定結果を第1表に示す。

Table 1. Fe content of cytochrome c preparations (o-phenanthroline method[11]).

Cytochrome c preparation	Material		Fe content §
"0.34 % Fe" preparation*	Deep-seated red muscle of tunny	I	0.346 %
	〃	II	0.362
	Heart muscle of horse	I	0.328
	〃	II	0.346
"0.43 % Fe" preparation**	Deep-seated red muscle of tunny		0.427
	Heart muscle of horse		0.435

§ Iron recovered in the recovery tests ranged from 99.7 to 100.5%, except in the last case, 103.7%.
* Prepared according to KEILIN & HARTREE[6].
** Prepared by treating the cytochrome c preparations of 0.383 % Fe (tunny) and 0.336 % Fe (horse) with Amberlite IRC-50 according to MARGOLIASH[10].

Table 2. Spectrophotometric constants ε (c=1mM per 1., d=1 cm.), based upon Fe determination for cytochrome c preparations. (Spectrophotometry was carried out upon 0.2 N NaOH solution.)

Form	Wave length	"0.34 % Fe" preparation*				"0.43 % Fe" preparation**	
		Tunny §		Horse §§		Tunny §	Horse §§
		I	II	I	II		
Reduced	550 mμ (α)+	29.03	27.16	29.67	29.56	29.84	28.95
	535 mμ (m)	7.65	7.46	7.71	7.95	8.09	8.30
	520 mμ (β)	15.03	14.47	15.92	15.27	15.80	15.82
	Extinction ratio						
	$\varepsilon_{550}/\varepsilon_{535}$	3.79	3.63	3.85	3.73	3.69	3.49
	$\varepsilon_{520}/\varepsilon_{535}$	1.97	1.94	2.06	1.93	1.94	1.91
Oxidized	534—536 mμ (max.)++	—	9.30	10.31	10.48	10.09	9.47

*, ** See the foot-note in Table 1.
§ Deep-seated red muscle.
§§ Heart muscle.
\+ α, maximum of the α band; β, maximum of the β band; m, minimum.
++ Diffuse band.

Table 3. Spectrophotometric constants ε (c=1 mM per 1., d=1 cm.) for cytochrome c from this paper and literature. (Spectrophotometry was carried out at acidic pH.)

Source / Fe content / Wave length	Tunny*	Horse*	Horse[14]	Beef[14]	Beef[5]	Beef[15]	Pig[14]	Chicken[14]
Fe content	0.427%	0.435%	0.456%	0.453%	0.466%	0.43%	0.430%	0.421%
550 mμ (α)+	29.60	26.04	27.84	26.40	26.88	26.11	28.03	26.98
535 mμ (m)	7.89	7.23	7.23	7.03	7.04	7.39	7.34	7.15
520 mμ (β)	16.37	15.24	—	—	15.47	15.47	—	—

pH of Cyt solution in spectrophotometry	4.9	4.9	6.0	6.0		4.10–4.92	6.0	6.0
Extinction ratio								
$\varepsilon_{550}/\varepsilon_{535}$	3.75	3.60	3.83	3.76	3.82	3.53	3.82	3.77
$\varepsilon_{520}/\varepsilon_{535}$	2.07	2.11	—	—	2.22	2.09	—	—

* Present data.
\+ α, maximum of the α band; β, maximum of the β band; m, minimum.

Spectrophotometry：Cyt 水溶液の一部を適当濃度（0.011—0.015 mM）に稀釈し，BECKMAN's spectrophotometer を使用して，主として可視部に於ける酸化還元両型の吸収スペクトルを観察した。酸化型については原液に 1 N NaOH を加え0.2 N NaOH 溶液となる如くして autoxidize せしめたものを，還元型についてはこの酸化型 Cyt 溶液に $Na_2S_2O_4$ を加えて還元したものを測定した。結果を第2表及び第1図に示す。之は前記のCyt 定量法[8]に於ける操作と一致せしめる為に斯く行つたものであるが，更に又多数の動物の Cyt についての従来の dataと比較する為に別に原水溶液の一部をとり acetate buffer に加え（最終濃度0.09 M，最終 pH 4.9），$Na_2S_2O_4$ で還元したものについても測定を行つた。この結果を他の著者の data と共に第3表に記した。

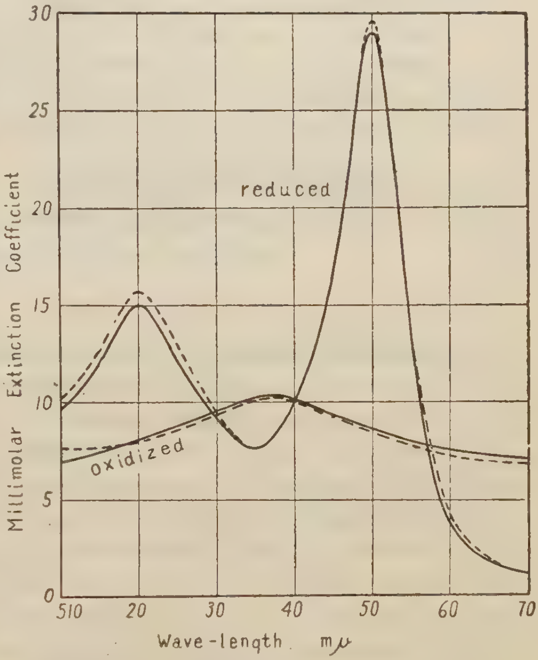


Fig. 1. Absorption curves of '0.34% Fe" cytochrome c of tunny (full line) and horse (dotted line).

結果及び考察

第1表に示せる如く，マグロ，馬，何れの場合も夫々 2ケの Cyt 標品の鉄含量の間に稍々開きが見られる。而も中には 0.34% を超過するものも認められる。其の後の実験に於ても，鉄含量の 0.34% より高い標品を得ることが屢々であり，之を更に同一の処理をすると鉄含量が尚一層高くなる傾向が認められた。この点は TINT & REISS[14] も同様の事実を報告している。我々の場合只一回の処理のみで 0.418 % にも及ぶことがあつた。之が他の水溶性色素蛋白の混入によるものでないことはそれらの鉄含量から考えて明かである。又元来鉄含量の高い鉄蛋白等の混入によるものでもなさそうである[14]。従つて之は電気泳動処理又は Amberlite 処理等によつて脱落せられるところの "non-Cyt" fraction が Cyt の一部の分子から分離していることを示すものと想像される。とすればこゝに用いた KEILIN & HARTREE 法[6]は "0.34% Fe" Cyt の調製法としては不適当であることとなる。仍つてこゝに得られた Cyt は "0.34% Fe" Cyt と "0.43% Fe" Cyt との混合物であるとの疑いを生ずる。即ち今仮りに偶々,0.34% Fe 標品が得られたとしても，その均一性については大いに疑問の存するところである。

上記の意味に於て本報告の諸数値も更に今後詳細な検討を要するものと思われるが，之迄に得られた結果について一応の考察を加えて見ることにする。第2表及び第1図によつてマグロと馬の '0.34% Fe" 標品間のスペクトルの性質を比較して見るとそれらの吸収極大極小の現れる位置は全く一致して居り，その分子吸光係数は多少の差異を示すが，吸収曲線の形に根本的な相違は認められない。"0.43% Fe" 標品についても略々同様のことが言える。KEILIN[12]は菌類酵母等の下等生物より哺乳類に至る広い範囲の生物の Cyt が

殆ど一致する吸収帯を示すことを見出し，又 NEILANDS[13]も銹菌と牛との Cyt が吸収帯の位置も吸収係数も酷似することを報じて居り，生物の種類による特異性の極めて小さいことが推察せられる。こゝに，魚類の Cyt も例外たり得ないことが証明せられたものと思う。従つて魚類の Cyt の定量に際し，従来の馬，牛等についての分子吸光係数を用いて大過ないと思われるが，他方 TINT & REISS[14] の云う如く，動物の種類により分子吸光係数に多少の特異性の現れることも否定し得ないようであるので，更に詳細に検討の上採用すべき数値を確立し度いと考える。

尚，本実験は myoglobin 結晶調製（前報参照）と並行して行つた関係で，先ず myoglobin 抽出のため磨砕筋肉を水で抽出し，その残渣を Cyt 抽出に利用せんと試みたが，魚肉の場合は殆ど Cyt が残存して居らず，又一例しか実験して居ないが，カツオの心臓筋肉についても同様であつた。之に反して馬の心臓の場合には水で抽出せられる Cyt の量が極めて少い。後者の事実は已に DRABKIN[9] も諸種哺乳類の心筋の場合について指摘しているところである。魚類に於るこの現象が果して如何なる理由によるか不明であるが，之は魚の Cyt 自体の特性（例えば等電点の相異等）により細胞物質と Cyt との結合が比較的緩かなること或は鮮度の点で馬の心筋に劣ることの影響の何れかに因るものと想像せられる。

本実験に当り，終始御指導を賜つた森教授に謝意を表する。尚本研究費の一部は文部省総合科学研究費の補助に仰いだ。又本報告は静岡県罐詰協会及び静岡県より印刷費の援助を受けた。爰に記して感謝の意を表する。

文　献

1) H. THEORELL : Biochem. Z. **279**, 463 (1935); **285**, 207 (1936).
2) D. KEILIN & E. F. HARTREE : Proc. Roy. Soc. (London) **B 122**, 298 (1937).
3) 二戸一麿 : 水研誌, **32**, 306 (1937).
4) E. BECHTOLD : Biochem. Z. **311**, 211 (1942).
5) S. PALÉUS & J. B. NEILANDS : Acta Chem. Scand. **4**, 1024 (1950).
6) D. KEILIN & E. F. HARTREE : Biochem. J. **39**, 289 (1945).
7) A. FUJITA, T. HATA, I. NUMATA & M. AJISAKA : Biochem. Z. **301**, 376 (1939).
8) 松浦文雄・橋本周久 : 日水誌, **20**, 308 (1954).
9) D. L. DRABKIN : J. Biol. Chem. **182**, 317 (1950).
10) E. MARGOLIASH : Biochem. J. **56**, 529 (1954).
11) D. L. DRABKIN : J. Biol. Chem. **140**, 387, (1941).
12) D. KEILIN : Proc. Roy. Soc. (London) **B 98**, 312 (1925).
13) J. B NEILANDS : J. Biol. Chem. **197**, 701 (1952).
14) H. TINT & W. REISS : ibid. **182**, 385, 397 (1950).
15) D. L. DRABKIN : ibid. **140**, 373 (1941).

雑　録

○関東支部1月例会　1月25日　於東海区水産研究所

1. 瀬戸内海に於けるイワシの漁況について（2）　土井長之（東海水研）
2. 瀬戸内海に於けるタイの漁況について（3）　土井長之（東海水研）
3. アラフラ海東漁場で採取されたシロチョウ貝の附着生物等について　竹村嘉夫・奥谷喬司（東海水研）
4. 以西トロール漁業の漁獲性能について（予報）　神田献二（東京水大）
5. 鰭赤病菌による鰻の発疫について　保科利一（東京水大）
6. 魚油の油焼に関する研究―XI　野中順三九（東京水大）

○近畿支部第16回例会・昭和30年1月29日　於京都大学農学部水産学教室

1. ミクロプランクトンの濾過装置について　米田勇一・吉田陽一（京大・農）
2. 与謝内海久美浜湾におけるマイワシ脊椎骨数の変動　橋高二郎（京都水試）
3. 網野湾の海藻相　米田勇一・梅崎　勇（京大・農）
4. 流水中に支えられた矩形網地の抵抗と形状について　川上太左英・磯打　登（京大・農）
5. 神戸及び明石系の蒸蒲鉾と揚蒲鉾に見られる加熱温度の分布について　助川輝武（兵庫水試）
6. 二三餌虫の簡単なる成分について　助川輝武（兵庫水試）
7. ヒスタミン生成細菌に関する研究―VI　木俣正夫・田中幹夫（京大・農）
8. 澱粉の殺菌に関する研究　予報　木俣正夫・曾々木淑子（京大・農）
9. 海洋性硫酸塩還元細菌に関する研究―V　木俣正夫・門田　元・畑　幸彦・田島卓明（京大・農）
10. 海洋性硫酸塩還元細菌に関する研究―VI　木俣正夫・門田　元・畑　幸彦・三好英夫（京大・農）

○受　理（〔　〕内は経由した編集顧問の名）

受理番号	期　日	著　者	表　題	
672	1954～10～16	多賀信夫	海洋細菌に及ぼす銅の影響―II	〔松江〕
673	〃～〃～22	児島俊平	日本海西部に於けるシイラ漁況の研究―I	〔宮本〕
675	〃～11〃1	河辺克已 富山哲夫	工場廃水の浄化方法に関する研究―III	〔富山〕
675	〃～〃～1	河辺克已 富山哲夫	工場廃水の浄化方法に関する研究―IV	〔〃〕
676	〃～〃～17	新村大三郎	五官判定の統計的解析	〔清水〕
677	〃～12～1	窪田三郎	ニジマス（*Salmo irdeus* GIBBONS）に発生せる滑平筋腫の一例	〔岡田〕
678	〃～〃～9	丸一禎蔵	魚の乾燥位置の高さとハエ附着数との関係について	〔川上〕
	（以上第20巻第12号　昭和30年4月頃掲載予定）			
676	〃～〃～12	小泉孝	クレハロン網及び綿網の朝持と夕持について	〔田内〕
680	〃～〃～11	Akira OCHIAI	Two Forms Found in Adult Males of a Mail-checked Fish, *Hoplichthys gilberti* Jordan et Richardson	
681	〃～〃～20	河辺克已 富山哲夫	工場廃水の浄化方法に関する研究―V	〔富山〕
682	〃～〃～27	井上泰	トリガイの生態学的研究―I	〔久保〕
683	〃～〃～〃	〃	トリガイの生態学的研究―II	〔〃〕

684	1954～12～27	井上　泰	トリガイの生態学的研究—Ⅲ	〔久保〕
685	1955～1～10	飯高勇之助	日向灘イワシ巾着網模型実験—Ⅱ	〔〃〕
686	〃～〃～13	稲垣　誠 松田和夫	肝油の濃縮に関する研究—Ⅲ	〔岡田〕
687	〃～〃～〃	井上　実	イワシ揚繰網漁業における魚群探知機の効果	〔田内〕

(以上第 21 巻第1号　昭和 30 年5月頃掲載予定)

688	〃～〃～17	木俣正夫 門田　元 畑　幸彦 田島卓明	海洋性硫酸塩還元細菌に関する研究—Ⅰ	〔木俣〕
689	〃～〃～〃	〃	海洋性硫酸塩還元細菌に関する研究—Ⅱ	〔〃〕
690	〃～〃～〃	〃	海洋性硫酸塩還元細菌に関する研究—Ⅲ	〔〃〕
691	〃～〃～〃	清水　亘 日引重幸 中越昭子	水産廃棄物の利用に関する研究—Ⅰ	〔清水〕
692	〃～〃～〃	〃	水産廃棄物の利用に関する研究—Ⅱ	〔〃〕
693	〃～〃～〃	遠藤金次 清水　亘	水産動物肉に関する研究—XXⅢ	〔〃〕
694	〃～〃～〃	米田勇一 吉田陽一	イワシとその食餌プランクトンとの関係について—Ⅰ	〔松原〕
695	〃～〃～18	加藤　孝	投石によるテングサの増殖効果に関して	〔大島〕
696	〃～〃～21	三宅正人 林　孝市郎	水産動物の死後経過時間と Phthalein 値の動物について—Ⅰ	〔三宅〕
697	〃～〃～〃	谷川英一 秋場　稔 山下二郎	ナマコ肉抽出液の流動複屈折—Ⅰ	〔谷川〕
698	〃～〃～〃	〃	ナマコ肉抽出液の流動複屈折—Ⅱ	〔〃〕
699	〃～〃～〃	〃	ナマコ肉抽出液の流動複屈折—Ⅲ	〔〃〕

(以上第 21 巻第2号　昭和 30 年6月頃掲載予定)

801	〃～〃～24	窪田三郎	ニジマスの肝臓に見られる硝子滴変性の病理組織学的研究—Ⅰ	〔岡田〕
802	〃～〃～〃	窪田三郎	ニヂマスの肝臓に見られる硝子滴変性の病理組織学的研究—Ⅱ	〔岡田〕
803	〃～〃～26	向井克憲	鯨油色素に関する研究—Ⅷ	〔右田〕
804	〃～〃～〃	〃	鯨油色素に関する研究—Ⅸ	〔〃〕
805	〃～〃～27	橘　高二郎	マイワシの生長過程に関する研究—Ⅲ	〔松江〕
806	〃～〃～〃	Hiroshi MAEDA	Statiatical Analysis of the Influences of Various Lights upon the Distribution of Fishes in Aqualium—Ⅰ	〔　〕
807	〃～〃～〃	〃	Ecolgical Analysis of Pelagic Shoali	〔　〕
808	〃～2～4	清水　亘 日引重幸	水産物の腐敗に関する研究—XX	〔清水〕
809	〃～〃～7	富安行雄 豊水正道	魚体成分の抗菌作用に関する研究—Ⅶ	〔富安〕
810	〃～〃～〃	豊水正道	魚体成分の抗菌作用に関する研究—Ⅷ	〔富安〕

(以上第 21 巻第3号　昭和 30 年7月頃掲載予定)

811	〃～〃～〃	鈛谷武平	水産醱酵食品に関する研究—Ⅰ	〔富安〕
812	〃～〃～8	丸茂隆三	1950～1953 年潮岬沖における プランクトン沈澱量の変動	〔松江〕
813	〃～〃～11	落合　明 浅野博利	メダカ群集の大きさと網地の遮断効果について	〔松原〕

814	1955～2～14	小泉 孝	アミラン漁網糸の撚りと抗張力	〔田内〕
815	〃～〃～17	外山健三 猿谷九万	水産物の油焼防止に関する研究―IV	〔岡田〕
816	〃～〃～21	児島俊平	隠岐島周辺に於けるスルメイカの漁況学的研究―I	〔田内〕
745	1954～10～22	東 秀雄 金子徳五郎 杉井麒三郎	深海産鮫類肝油の利用に関する研究―VIII	〔東〕
746	〃～〃～〃	〃	深海産鮫類肝油の利用に関する研究―IX	〔〃〕
747	〃～11～5	〃	深海産鮫類肝油の利用に関する研究―X	〔〃〕
748	〃～10～4	田中昌一	漁獲努力量制限の効果について	〔川上〕
749	〃～11～12	右田正男 松本重一郎	イカ肉水抽出液に現れる流動複屈折の本体について	〔右田〕
750	〃～〃～15	新間彌一郎 菊地 嶺	天然ビタミン油よりビタミンA濃縮物を経済的に製造する方法の研究―V	〔東〕
751	〃～〃～〃	金田尚志 酒井寿枝 石井清之助	脂質の栄養価(XII)高度不飽和酸の栄養価及び毒性について	〔東〕
752	〃～〃～〃	〃	干物油の栄養価及び毒性について	〔東〕
753	〃～〃～24	Hideaki Takano	The Food of the Mackeral Taken near Oshima Island in 1953	〔久保〕
754	〃～〃～30	田中昌一	体長組成中にあらわれるモードの意義について	〔田内〕
755	〃～12～2	平尾秀一 山田充阿彌 菊地 嶺	魚肉のビタミンAに関する研究―II	〔東〕
756	〃～〃～3	野村正恒 野沢 靖	水中を動く網地が受ける水の抵抗―IV	〔宮本〕
757	〃～〃～4	相良順一郎 猪野 峻	ヒトデ稚仔の適温適比重試験	〔大島〕
758	〃～〃～〃	東 秀雄 村山繁雄 簗瀬正明 田部井菊子	塩乾品の油焼に於ける脂質の変化	〔東〕
759	〃～〃～7	青山恒雄	中仕切式トロール網の漁獲物から漁場の魚群構成を推定する試み―I	〔田内〕
760	〃～〃～27	松浦文雄 橋本周久	血合筋肉の化学的研究―IV	〔森〕
761	〃～〃～〃	松浦文雄 橋本周久 山田茂英	血合筋肉の化学的研究―V	〔森〕
762	〃～〃～〃	平野敏行	浜名湖に於ける湖水の循環，陸水，外海水の流入及び潮流に就て	〔右田〕
763	〃～〃～〃	Yoshihiro Matida	On the Cycle of Phosphorus in Tokyo Bay	〔右田〕
764	〃～〃～〃	天野慶之 内山 均 福田正彦 河端俊治 高瀬 明	水産煉製品に関する食品衛生学的研究―I	〔東〕
765	〃～〃～〃	内山 均 天野慶之	水産煉製品に関する食品衛生学的研究―II	〔〃〕
766	〃～〃～〃	河端俊治 高瀬 明 天野慶之	水産煉製品に関する食品衛生学的研究―III	〔東〕

767	1954～12～27	高瀬明 河端俊治 天野慶之	水産燻製品に関する食品衛生学的研究—Ⅳ	〔東〕
768	〃～〃～〃	平尾秀一 山田充阿彌 菊地嶺	魚肉のビタミンに関する研究—Ⅲ	〔東〕
769	〃～〃～15	田口喜三郎	西部アリューシャン、カムサツカ半島東海岸沖合鮭鱒流網漁場の水塊の移動状況—Ⅰ	〔久保〕
770	〃～〃～27	〃	西部アリューシャン，カムサツカ半島東岸沖合鮭鱒流網漁場の水塊の移動状況—Ⅱ	〔久保〕
771	1955～1～5	清水亘 上野三郎	電気殺菌法の研究—9	〔清水〕
772	〃～〃～〃	〃	電気殺菌法の研究—10	〔〃〕
773	〃～〃～〃	〃	電気殺菌法の研究—11	〔〃〕
774	〃～〃～〃	秋場稔	魚肉内結合水に関する研究（総括）	〔谷川〕
775	〃～〃～〃	岡田郁之助 小坂部勇 外4名	放射線による食品の防腐—Ⅳ	〔岡田〕
776	〃～〃～〃	〃	放射線による食品の防腐—Ⅴ	〔〃〕
777	〃～〃～12	佐伯誠道 岡野 森高次郎	放射性汚染魚類の放射性物質	〔森〕
778	〃～〃～18	本間操 上村忠夫	竿釣りメバチの魚体組成についての一考察	〔大島〕
779	〃～〃～〃	山田金次郎 尾藤方通 天野慶之	放射能汚染魚に関する研究—Ⅰ	〔東〕
780	〃～〃～29	〃	放射能汚染魚に関する研究—Ⅱ	〔東〕
781	〃～〃～29	〃	放射能汚染魚に関する研究—Ⅲ	〔東〕
901	〃～2～8	池末彌	有明海産シバエビの生活史について	〔久保〕
902	〃～〃～19	興津知明 山田金次郎	防腐剤の混用による細菌の生育抑制効果について	〔東〕

昭和三十年二月二十日　印　刷
昭和三十年二月二十五日　発　行

第二十巻　第十号

本号定価 200円（送料別）

編集兼発行者　右　田　正　男
東京都中央区月島三号地東海区水産研究所内

発　行　所　日本水産学会
東京都中央区月島三号地東海区水産研究所内
振替口座　東京　59529番

印　刷　者　加　藤　松　次

印　刷　所　株式会社 東　海　書　房

発　売　所　株式会社 東　海　書　房
東京都中野区江古田3の1223
電話　中野（38）4101